PERSPECTIVA TRANSCOMPLEJA DE LA TECNOCIENCIA, SOCIEDAD E INNOVACIÓN



Dra. Crisálida Villegas G.

2019

Crisálida V. Villegas G
Primera Edición: Mayo, 2019
Maracay, Venezuela

Depósito Legal: AR2019000045

ISBN: 978-980-18-0526-7



DISEÑO DE PORTADA Y DIAGRAMACIÓN
Nohelia Alfonzo

FORMATO ELECTRÓNICO
Rosy León

ÍNDICE GENERAL

PRESENTACIÓN

A pesar de los grandes adelantos tecnocientificos, las mismas situaciones y las crisis que dieron origen al movimiento CTS en los años 70, siguen en la actualidad generado los mismos tipos de problemas y de retos: guerras como las de Irak impulsada por el desarrollo científico tecnológico de nuevos armamentos, comunicaciones y transporte; la amenaza mundial de armas de destrución masiva nuclear, química y bacteriológica; así como los riesgos y desastres ambientales de las industrias energéticas y químicas.

Problemáticas sociales como las mencionadas y otras como los alimentos genéticamente modificados, el proyecto genoma humano y la clonación humana, demuestran la vigencia del enfoque. No obstante, ya en 1994 Layton creía en la desaparición de los estudios CTS, según Aikenhead(2005). También, es cierto que las configuraciones de la ciencia y la tecnología se ha transformado. La división conceptual tradicional entre estas se ha ido esfumando, dando paso al tèrmino tecnociencia que remarca el carácter híbrido propio de las investigaciones e innovaciones, entre las que destacan la ingieneria genética o la bioinformática.

Por su parte, producto de las Tecnologias de la Información y Comunicación (TIC) y de la globalización se asume la sociedad como de la información, del conocimiento o digital, entre otras denominaciones. En tal sentido, la tecnociencia debe contextualizarse en la actual sociedad digital, constituyéndose en un campo en que confluyen lo académico y el movimiento social, posiciones valorativa y actuaciones; investigación, compromiso social y educación; teorías, tecnologías, agentes, prácticas, entornos y recursos tantos teóricos, como técnicos y organizativos; de ahí que amerita un abordaje transcomplejo. En este contexto, en la obra se reflexiona acerca de las posibilidad de la perspectiva transcompleja para abordar la relaciòn de la tecnociencia-sociedad e innovación.

Surge de una búsqueda documental y de la experiencia de la autora que viene realizando aproximaciones al enfoque CTSI después de su reencuentro con estos

estudio en el año 2013. Conoci el movimiento CTS y algunas de sus aplicaciónes a la educación científica, durante mi formación como profesora de Biologia y Química. Posteriormente, en una preparación acerca de la aplicación de las TIC a la educación, volví a descubrir sus potencialidades, especialmente porque en esos momentos ya estaba involucrada con la investigación desde la perspectiva transcompleja y pensé en la confluencia de ambas posturas: CTSI y transcomplejidad.

Desde ese momento, vengo trabajando en la promoción de los estudios CTSI y he realizado algunas acciones en mi contexto laboral universitario. Así se han logrado varios avances, entre los que se tiene la realización de un diagnóstico acerca de la percepción pública de la ciencia y tecnología por parte de estudiantes universitarios de diferentes carreras en tres universidades venezolanas.

Igualmentge, la incorporación de un seminario de ciencia, tecnología y sociedad en el postdoctorado en Investigación de la Universidad Bicentenaria de Aragua; el cambio de denominación de una unidad curricular relacionada con ciencia y tecnología en los semestre básicos de todas las carreras de la universidad. Así mismo, la creación de la línea de investigación ciencia, tecnología e innovación social; un libro colectivo acerca de los estudios CTS producto de la formaci+on en investigación y varios artículos en temáticas relacionadas.

Concretamente, he elaborado varios artículos y presentado ponencias acerca del tema en diferentes eventos nacionales, algunos de los cuales decidi compilar y presentar en este texto. Vale señalar que en este, se utiliza de manera indistinta: tecnociencia, CTS Y CTSI. En tal sentido, hoy lo pongo a consideración de los interesados en la temática, aspirando generar algunas reflexiones, pero especialmente promover el interés por participar comprometidamente en la discusión social de la ciencia, la tecnología y la innovación.

La autora

INTODUCCIÓN

En los últimos años la relación entre sociedad y la tecnociencia esta cada vez más cargada de la creciente complejidad de efectos encadenados entre las acciones humanas y los fenómenos naturales. Por ello, debe ponerse en primer plano a la propia sociedad como protagonista en la orientación del desarrollo de las actividades tecnocientíficas.

Sin embargo, la mayoría de las personas piensan que la tecnociencia es determinista, es decir que tiene que ser como es y omnipotente, o sea que lo acabará abarcando todo y dirigirá todas las formas de vida. Según esta manera de pensar, esto no se puede evitar, ni dirigir, sólo queda aceptarla e ir dejándole el sitio que exige. Se ha convertido, en el destino del hombre contemporáneo. Ahora bien, será realmente así, debe el hombre aceptar pasivamente toda tecnología sin un análisis critico de sus efectos.

La tecnociencia que abarca desde la inseminación artificial a la fecundación in vitro puede considerarse un tecnología neutra para resolver problemas de esterilidad o puede ser un mecanismo de reproducción del dominio patriarcal sobre el cuerpo femenino, tal como lo expresan los feministas radicales. Lo cierto es que la discusión pública se centra en dos interrogantes:¿existen riesgos para la vida? o ¿EE realmente un procedimiento exitoso?. Las respuestas a las mismas parecería que solo la podrían dar los expertos.

Ahora bien, desde los estudios de ciencia, tecnología, sociedad e innovación (CTSI) la cuestión debería ser por qué la polémica se centra en los expertos. El público debería tener un papel más activo en la gestión de las políticas científicos-tecnologicas. Se requiere la participación pública en las decisiones tecnocientíficas.

No obstante, para que estas acciones sean efectivas y las decisiones sean realmente democráticas, es indudable que deben ponerse en marcha acciones educativas que permitan la formación de un público preparado para la participación

en estas temáticas. Sólo la existencia de una población culta en el tema CTSI puede garantizar el control efectivo del desarrollo tecnocientifico.

Las investigaciones han puesto progresivamente de manifiesto la compleja trama de los diversos agentes, actividades y entornos que integran las ciencias y tecnologìas contemporáneas. De ahí que el texto plantea una perspectiva transcompleja de la relación tecnociencia,sociedad e innovación, tratado con una visiòn educativa. Es producto de un estudio descriptivo de algunos documentos que acerca del tema es posible encontrar en la red y de la experiencia de la autora que desde el año 2013 viene incursionando en la temática.

A tales efecto, el libro esta estructurado en cinco capítulos. El primero, Estudios CTSI, que contiene las nociones básicas de los términos que engloba la sigla, orígenes y desarrollo, algo más en el avance CTSI, concepción tradicional de la ciencia, concepción social de la tecnociencia, objetivos del CTSI y tradiciones.

El segundo, Teorías, Modelos y Programas referido a los fundamentos de los estudios CTSI, entre estas: de las prácticas de laboratorios, programa fuerte de la sociología, programa empírico del relativismo, construccionismo social, teoria del actor-red, estudios de reflexividad y la reflexión etnometodològica.

El tercero, Percepción de la Tecnociencia, presenta la realidad del CTSI en Venezuela y los resultados en un caso de estudio en la Región Centro Lano.

El cuarto, Transcomplejidad y el Enfoque CTSI, que comprende el pensamiento transcomplejo y la perspectiva transcompleja de la tecnociencia ideada como avance del tema.

Por último, el quinto, Educación e Investigación Tecnocientificas, como formas de aplicación de la perspectiva propuesta. Comprende la educación tecnocientifica, didáctica CTSI, el docente en correspondencia y la investigación tecnocientifica.

I. ESTUDIOS CTSI

Las siglas CTSI supone una visión más crítica de la relación ciencia, como medio natural; tecnología e innovación, como medio artificial y sociedad, medio social. De ahí que constituye un campo educativo, de investigación y de política pública, centrado en comprender los aspectos sociales de la ciencia, la tecnología y la innovación; que tiene por objeto cuestionarse en cuanto a la naturaleza del conocimiento científico y tecnológico, así como el impacto de sus innovaciones en la sociedad y el medio ambiente. Se caracteriza por su extraordinaria heterogeneidad teórica, metodológica e ideologica.

A finales de los años 60 y principios de los 70, inicialmente en Inglaterra y Estados Unidos, se origina como estudios de Ciencia, Tecnologia y Sociedad (CTS). En 1999, la OEI siguiendo las recomendaciones de la Conferencia Mundial de la Ciencia en Budapest, adoptó el enfoque CTS, impulsó los estudios de la percepción pública de la Ciencia y la Tecnologìa y se creó el Programa de Postgrado Iberoamericano en CTS. A partir del año 2003 empezó a editar la Revista Iberoamericana de CTS y desde el 2009 impulsa dos redes para la promoción de la cultura científica: Red de Divulgacion y Cultura Cientifica, así como la Comunidad de Educadores para la Cultura Cientifica. También creó el Obervatorio CTS en Buenos Aires.

Nociones Básicas

Es importante iniciar este apartado tratando de definir aunque en forma breve los términos que constituyen los estudios CTSI. Así la **ciencia** ha evolucionado y la atención se ha desplazado de los productos de la ciencia (conocimientos y teorías científicas) a la actividad científica misma (el proceso de hacer ciencia), y con ello la interacción de la ciencia con otras actividades sociales (políticas, económicas), así como los factores subjetivos e intersubjetivos que intervienen en los procesos de producción, difusión y aplicación de conocimientos.

Otro desplazamiento en relación con la ciencia tiene que ver con la idea de conocimiento científico como teorías objetivos, rigurosamente formalizadas, probadas y por ello verdadero hacia una visión que acepta en uno u otro grado la factibilidad del conocimiento, su carácter transitorio, una demarcación menos radical entre conocimiento y saberes. Así mismo, entiende el conocimiento científico como producto de la historia, la sociedad y la cultura, influido por sus valores.

Junto a esto se reconoce que la ciencia no consiste solo en el trabajo de investigación, sino que tiene diversas expresiones en la educación, en la industria, en los servicios, en las labores de consultoría y dirección que realicen las personas que poseen una educación científica.

Un tercer desplazamiento consiste en asumir la ciencia como un actividad profesional institucionalizada que supone educación prolongada, internalización de valores, creencias, estilos de pensamiento y actuación; es toda una cultura y así debe ser estudiada. En síntesis la ciencia puede ser asumida como: una actividad social con:

- Características particulares, dirigida a la producción, distribución y aplicación de conocimientos acerca de la naturaleza y la sociedad.

- Un sistema de organizaciones científicas cuya estructura y desarrollo se encuentran estrechamente vinculados con la economía, la política, los fenómenos culturales, con las necesidades y las posibilidades de la sociedad.

- Sistema de conceptos, proposiciones, teorías, hipótesis.

Por su parte, la **tecnología** como un término polisémico y de múltiples interpretaciones, se entiende como un conjunto de saberes inherentes al diseño y concepción de instrumentos: artefactos, sistemas, procesos y ambientes creados por el hombre, mediante su historia, para satisfacer sus necesidades y requerimientos personales y colectivos. La tecnología es mucho más que sus productos tangibles.

Según Agazzi (1996) “constituye aquella forma (y desarrollo histórico) de la técnica que se basa estructuralmente en la existencia de la ciencia” (p.95). Desde esta perspectiva la tecnología representa un nivel de desarrollo de la técnica en la que la alianza con la ciencia introduce un rasgo definitorio.

Al igual que la ciencia la visión de la tecnología ha variado. Así según González y López (1996) en la visión intelectualista la tecnología se entiende como ciencia aplicada. Es decir que la tecnología es un conocimiento práctico que se deriva de la ciencia entendida como conocimiento teórico.

Por su parte, en la imagen instrumentista según los mismos autores las tecnológicas son simples herramienta o artefactos. Desde este punto de vista son asépticamente neutras, los efectos negativos son producto de su uso, no de si mismas. En tal sentido, ambas visiones de las tecnologías son reduccionista.

Una tercera visión plantea a la tecnología como la encargada de buscar sistemáticamente lo óptimo dentro de un campo de posibilidades. Así la tecnología no se identifica con algunos productos ni tampoco con la ciencia aplicada. Hay decisiones propiamente tecnológicas influidas por un criterio de optimización inevitablemente afectado por circunstancias sociales. Sus relaciones con la sociedad son muy complejas.

Para Pacey (1990) la tecnología debe ser estudiada y gestionada como una práctica social, en tal sentido se deben considerar: (a) aspectos organizativos: actividad económica, profesional, usuarios y consumidores y (b)aspectos culturales: objetivos, valores, códigos éticos, y de comportamientos. Todos estos aspectos interrelacionados con tensiones y ajustes recíprocos.

La ciencia contemporánea se orienta cada vez más a objetos prácticos, a fomentar el desarrollo tecnológico y con este la innovación. Es notable también el soporte tecnológico de buena parte de la investigación científica. Estas realidades colocan a la ciencia en una relación inédita con la tecnología y a su vez esta es cada vez más dependiente de la actividad y el conocimiento científico. De ahí que se está

frente a un complejo ciencia-tecnología. Al respecto Hottois (1991) señala que “la nueva ciencia es, por su esencia, tecnología” (p.21).

El término **tecnociencia** es precisamente un recurso del lenguaje para denotar la íntima conexión entre ciencia y tecnología y el desdibujamiento de sus límites. Señala además el mismo autor el entrelazamiento entre los dos polos y la preponderancia del polo técnico. Además, la complejidad y originalidad de la actividad científica contemporánea.

De acuerdo a Echeverría (2003) señala la unidad de acción entre ciencia y tecnologia en proyectos de investigación e innovación tecnológica con finalidades industriales y comerciales.Su finalidad es pragmática, es por tanto una empresa colectiva para intervenir y transformar el mundo.

La tecnociencia no solo indaga procesos naturales sino cada vez más objetos y procesos que la propia instrumentación de la investigación ha hecho posible. Subraya también los complejos móviles sociales que conducen al desarrollo científico tecnológico, colocando en primer plano los dilemas éticos. La tecnociencia se distingue por su capacidad para instrumentalizar materia orgánica o para reconfigurar materia inorgánica,introduciendo nuevas formas de complejidad que no tienen precedentes en la naturaleza.

En el ámbito de la tecnociencia se pueden generar controversias en áreas tales como: tecnomedicinas, ingieneria genética, biotecnología, ciencias cognitivas, neurociencias, farmacología, virtualidad, tecnologìa de la informaciòn y nanotecnologías, entre otras.

Desde la teoría de sistemas, Luhmann (2007) define a la **sociedad** como el más amplió sistema social, entendido como las acciones de varias personas que se interrelacionan significativamente, su base es la capacidad de comunicación entre ausentes. Sus límites se encuentran cuando se acaba su capacidad de acceso a otros y la comprensibilidad de comunicación. El desarrollo de la tecnociencia ha hecho que hoy exista la sociedad digital.

Mitcham (1989) expone explícitamente las relaciones entre la tecnologia y la sociedad estableciendo una tipología de ser-con-la-tecnología. No habla de sociedades sino de épocas histórico-filosóficas, aunque es posible considerar esas épocas como tipos de sociedad. Así habla de: (a) actitud de sospecha hacia la tecnología en una época o sociedad de escepticismo antiguo; (b) actitud de promoción de la tecnología y la sociedad optimismo ilustrado y (c) actitud ambigua hacia la tecnología en una etapa de desasosiego romántico.

Por su parte Echeverría (1999) al analizar las relaciones entre sociedad y tecnología telemática distingue sociedades de tres entornos:

- Sociedad de primer entorno son las sedentarias o nómadas llamadas culturas de subsistencia. Las formas propias de ese primer entorno son el cuerpo humano, la familia, el trabajo, la propiedad, la lengua hablada, la agricultura y ganadería, las delimitaciones.

- Sobrenaturaleza producida gracias a la técnica y a la industria, el medio característico es el cultural, social y urbano. El ámbito de las relaciones se amplía al concepto de comarcas, territorios, países y se instauran formas de poder como el religioso, militar, político y económico.

- Telepolis (ciudad global o a distancia) es el espacio creado por una serie de tecnologías (teléfono, radio, televisión, dinero electrónico, redes telemáticas, los multimedia y el hipertexto) es el resultado de la tecnociencia, habla de un poder neofeudal que avasalla a la gente dependiente de la tecnología. Esta sociedad no se aleja de lo que este mismo autor y otros han denominado aldea global, tercera ola, ciberespacio, sociedad de la información, entre otras.

La sociedad es algo que procede de nuestra naturaleza, lleva a vivir como algo convencional sujeto a modificación, así la sociedad actual vive inmersa en un mundo donde prácticamente todo lo que nos rodea es producto de la tecnociencia. En esta sociedad según García y col (2001) se da un fenómeno ubicuo que permite caracterizarla como el riesgo asociado con el uso de artefactos técnico científicos.

Innovación según la OCDE(1996) es la utilización, la aplicación y la transformación de conocimientos científicos y técnicos para resolver problemas concretos. Es una acción continua de cambio que supone una novedad. Esta definición involucra los productos, los procedimientos de producción, cierto grado de novedad y éxito comercial, es decir impacto en el mercado.

Es una de las caracterìsticas de la tecnologìa que supone la creación de nuevos didpositivos, en muchos casos, a partir de la modificación de elementos ya existentes. En tal sentido, es un fenómeno social porque impacta a la sociedad. Es decir satisface necesidades de grupos humanos, soluciona problemas que inciden en el mejoramiento de su situación, condición y calidad de vida, o al menos crea las condiciones favorables para el logro de estos propósitos.

A lo largo de los últimos 30 años según la misma fuente, la innovación tiene sus raíces principalmente en las actividades empresariales en el conjunto de la zona OCDE. Los centros de investigación públicos, los laboratorios universitarios y las organizaciones sin fines de lucro si bien, pueden producir ciertos avances científicos e incluso tecnològicos notables, como la biotecnología, desempeñan un rol marginal en la innovación comercial.

Sin embargo, el éxito de la innovación sigue siendo extremadamente dependiente tanto de la investigación fundamental de largo plazo y de su organización institucional como de las ciencias de transdferencias, que constituyen un puente entre la investigación básica y la innovación industrial.

En este contexto, surge la noción de **ciencias de transferencia** inventada y desarrollada, con una òptica estratégica, en el Centro National de la Recherche Scientifique(CNRS) en Francia a mediados de los años setenta. Aborda el establecimiento de pasarelas entre la ciencia y la tecnología. Supone una distinción entre dos grupos de ciencias: puras y de transferencia.

Las ciencias puras comprenden el carácter fundamental de sus actividades, la exploración de las fronteras del conocimiento sin preocuparse por las incidencias

pràcticas de los resultados, su origen las universidades y laboratorios públicos, su financiamiento principalmente a partir de fondos públicos y su prioridad en la formaciòn de investigadores. Los temas abordados por estas disciplinas pertenecen esencialmente al área de las ciencias físicas y biológicas.

La actividad de las ciencias de transferencias, que engloban diversas ramas de la ingienerìa o ciencias tecnológicas,se orientan a resolver problemas surgidos en actividades sociales o económicas, sus centros de investigación se situan en las universidades tècnicas y escuelas de ingieneria, establecimientos de I+Desarrollo públicos y la industria, su financiamiento y sus investigadores provienen de la industria. Abordan temas ampliamente ligados a objetos y fenómenos artificiales. Sirven de interfase entre el mundo de las ciencias puras y la industria.

A menudo son multidisciplinares como la microelectrónica, robotica, informática, ingieneria mecánica, civil, geotecnia, termodinámica, ciencias de las combustiones, òpticas, ciencias del laser, ingieneria eléctrica, ciencia de los materiales, ingieneria química, biotecnología, microbiología, química farmacéutica, investigación química, ciencias de la tierra y diferentes sectores agonòmicos.

Las nueve innovaciones tecnológicas màs sorprendentes son: el pararrayos (Benjamìn Franklin, 1752), el refrigerador(Carl von Linde, 1879), el marcapaso(Jorge Reynolds Pombo, 1958), internet(John Licklider, 1962), transporte de levitación magnética Magler (Alfred Zehden, 1979), teléfono inteligente o Smartphone (Frank Canova, 1992), GPS(Sistema de posicionamiento global, Roger Easton, 1995), código QR (quick response, Nasahiro Hara, 1999) y el Nanorobots (Samuel Sanchez, 2014). Tres innovaciones tecnológicas del 2018 son el Apple Watch Serie 4, monitor de salud proactivo, Zapatos Inteligentes de E-vone diseñado para prevenir caídas y Sistema de Iluminaciòn Inteligente Nanoleaf.

Origen y Avance

El término CTS surge en los años 60 como momento de renovación curricular universitario y se extiende a la educación secundaria en la década de los 80. Fue

reconocido en Inglaterra por la Asociación de Ciencias, Tecnología y Sociedad que existía bajo los auspicios del Consejo para la Ciencia y la Sociedad del cual Ziman (1980) era presidente por lo que por lo general se le reconoce como quien acuño el término.

Un tema en la evolución de CTS es la complejidad con la cual sus programas se abordan en el contexto social de la ciencia. Asi Fensham (1990) expresaba una interacción mutua en el sentido de la ciencia y la tecnología con la sociedad. Es evidente en esta evolución un abordaje más integral de CTS y que incluye el contexto social interno (epistemología, sociología e historia de la ciencia) así como el contexto social externo de acuerdo a lo planteado por Ziman (1980) y Gaskell (1982). En este aspecto, Cutcliffe(1996) plantea "la ciencia y la tecnologìa como complejos constructos sociales que conllevan cuestiones culturales, políticas, económicas y teorìas generales"(p.291).

Fourez (1997) añadió la ética a los estudios CTS. En el desarrollo del enfoque en la educación científica, se incorpora la A al enfoque CTS por la necesidad de reflexionar las problemáticas ambientales, asumiéndose las siglas CTSA de acuerdo a Aikenhead(2005).

Ya en el siglo XXI, es evidente que los sistemas tecnocientíficos se han constituido en los factores determinates de la innovación y de la transformación a escala global, con todos los riesgos,beneficios y perjuicios que derivan. Se incorpora asì la I a los estudios CTS generando el programa CTS+I mediante el cual la OEI promueve la reflexiòn sobre la problemática de la innovación en los países iberoamericanos.

Algo más en el Avance CTSI

De acuerdo a López Cerezo (2003) en el Congreso Mundial sobre la Ciencia, celebrado en Budapest, Hungria en 1999, convocado por la UNESCO y el Consejo Internacional para la Ciencia, se reúnen por primera vez 150 naciones para hablar exclusivamente de la ciencia y su papel en el mundo actual. El tema central estuvo

enfocado en la articulación y consenso de un nuevo contrato social para la ciencia, debido a que el complejo científico-tecnológico pareciera no responder a expectativas y necesidades del mundo.

Para el autor una frase que se repetia en el congreso de Budapest era ”la fiesta ha terminado para los científicos” que hacia referencia a la culminación del apoyo incondicional a la ciencia y la desconfianza hacia muchos intelectuales. Este hecho manifiesta una creciente sensibilidad social y preocupación política por las consecuencias negativas de una ciencia y tecnología social fuera de control.

A esto se llama **el síndrome de Frankenstein** que refiere el temor que en las ciencias las mismas fuerzas utilizadas para controlar la naturaleza, se vuelvan contra nosotros, es decir nos destruyan. Este planteamiento fueron recogidos en dos novelas: Frankenstein o el Moderno Prometeo de Mary Shelley (1831) y La Isla del Dr Moreau de Horson Wells(1896).

Dos presupuestos teóricos de acuerdo a Morales y col citados por Cordero (2011) se deducen de esta primera parte:

1. La compresión de la ciencia y la tecnología como subsistemas de la cultura, con profundas interconexiones y con capacidad para la transformación de los valores culturales asociados a la herencia tecnoproductiva y al modo en que el conocimiento científico – tecnológico se produce, asimila y difunde.

2. Es una nueva forma de pensar e indagar la realidad no solo en el ámbito de las relaciones del sistema científico – tecnológico a lo interno, sino en su asociación a los diferentes procesos que incluye.

En la actualidad de acuerdo a los planteamientos de González y López (1996) los estudios de ciencia, tecnología, sociedad e innovación, constituye una diversidad de programas filosóficos, sociológicos e históricos que, enfatizan en la dimensión social de la ciencia, la tecnología y la innovación, el rechazo a la imagen intelectualista de la ciencia, la crítica a la concepción de la tecnología como ciencia aplicada y al enfoque económico de la innovación.Su enfoque es crítico y constituye

un campo de estudio para entender el fenómeno científico-tecnológico-innovativo en el contexto social.

Los estudios CTS o CTSI se originan como una reacción a la concepción tradicional de la ciencia y la tecnología. Así en una metáfora, la ciencia y la tecnología, se perciben como una caverna, en las que se encuentran virtudes cognitivas, pero también aspectos desconocidos no necesariamente favorables.



Figura 1. Representación de la incertidumbre de los efectos de la ciencia y la tecnología

López Cerezo (1998) resume el carácter de los estudios CTS en un silogismo que se basa en tres premisas de las que se deriva una consecuencia práctica:

Premisa 1. El desarrollo tecnocientífico es un proceso social como otros.

Premisa 2. El campo tecnocientífico tiene importantes efectos en la vida social y natural.

Premisa 3. Compartimos un compromiso democrático básico.

Consecuencia práctica: Se debe promover la evaluación y control social del desarrollo tecnocientifico.

En síntesis, el enfoque general de los estudios CTS según Núñez (1999)" es de carácter critico (…) e interdisciplinar. Por su parte, quien escribe (Villegas, 2015)

considera que puede ser asumido en un enfoque transcomplejo. En este proceso interdisciplinar o transdisciplinar de los Estudios CTS concurren disciplinas como la filosofía, historia, sociología, ingieneria,ciencias políticas, psicología, educación y la ética, entre otras.

En tal sentido, el nuevo contrato social con la tecnociencia busca fortalecer la corresponsabilidad mundial y aplicar medidas precautorias para reducir la posibilidad de accidentes tecnológicos de consecuencias catatòsfrica. Es decir requiere un marco ètico de principios con el fin de establecer criterios generales para enfrentar, en lo posible, una serie de problemas que están implicados en cualquier procedimiento de resolución de controversias.

Un ejemplo de esta situación lo representa el debate que han suscitado los alimentos transgénicos. No es intención del texto discutir sus ventajas y desventajas, sino reflexionar brevemente un estudio realizado en Francia, por la Fundación Ceres y la Fundación Charles Leopold Mayer por el progreso de la humanidad en el año 2012, que asegura que ratas alimentadas con maíz transgénico sufren cáncer, que se manifiesta en forma de tumores, tal como se muestra en la figura, a continuación.



Figura 2. Efectos de un experimento con alimentos transgénico

El director del estudio Giles Eric Seralini aseguró que por primera vez en el mundo, un transgénico ha sido estudiado por su impacto en la salud a más largo plazo de lo que habían hecho hasta ahora las agencias sanitarias, los gobiernos y la industria. Lo que significa esta afirmación es que las pruebas que se hacen normalmente son insuficientes. Igual opinión manifestaron los grupos afectados por los resultados de esta investigación. En el caso de los transgénicos, los acuerdos pragmáticos no eliminan por sí mismo las controversias tecnocientíficas.

Tales hallazgos es sólo uno de los muchos que se podrían mostrar acerca de los resultados de los avances científicos y tecnológicos que ponen en juego la supervivencia humana, que se expresan en hechos vinculados a una sucesión de desastres como los accidentes nucleares y químicos, envenenamientos farmacéuticos, derramamiento del petróleo, daños en la capa de ozono, la carrera armamentista producto de la guerra fría, las manipulaciones de los insecticidas, fertilizantes, entre otros.



Figura 3. Algunos efectos de la tecnociencias

Las tecnociencias contemporáneas se desarrollan en medio de controversias entre los diversos agentes sociales que participan en su conformaciòn. Se han producido varios e intensos debates sobre nuevos y complejos riesgos derivados de las innovaciones tecnológicas. El debate continúa en los siguientes casos: clonación humana reproductiva, producción de organismos genéticamente mopdificados (OGM), uso de embriones para investigación con células madres, energía nuclear como sustituta de los hidrocarburos, acciones para enfrentar el cambio climático, evaluación de los riesgos ambientales y biológicos derivados de la nanotecnología. El debate acerca de los riesgos menos evidentes y de largo plazo del uso de la biotecnología también se mantiene abierto.

Todo lo cual se expresa en el deterioro del medio ambiente, el subdesarrollo y sus consecuencias, el agotamiento de los recursos energéticos, las irresponsabilidades ideológicas y prácticas del uso de la ciencia y la tecnología con fines no pacíficos. Estas son solo algunas implicaciones de la concepción tradicional de la ciencia y la tecnología, pero podríamos preguntar ¿y los beneficios proporcionados hasta ahora por la ciencia y la tecnología?. Justamente ese es el nucleo de esta temática.

Concepción Tradicional de la Ciencia

Los efectos planteados, siempre positivo, de los adelantos científicos-tecnológicos se debe a la concepción tradicional y lineal de la ciencia, que aún prevalece en la sociedad. Esta concepción representada en la fórmula siguiente: +C=+T=+R=+B, que significa que a mayor desarrollo de la ciencia, mayor desarrollo de la tecnología lo cual produce más riqueza y mayor bienestar social, si bien hoy no es la única, aún prevalece en un porcentaje considerable de la población y se caracteriza por:

- Una visión optimista de la ciencia y la tecnología, entendiendo que siempre conduce al bienestar social y cualquier resultado negativo no es su responsabilidad.

- Es inexorable, es decir, la ciencia solo puede avanzar hacia la verdad si se respeta su autonomía y se libra de la interferencia de los valores sociales. Se asume la ciencia y la tecnología como neutra, sin más valores que la eficacia y la eficiencia.

- Determinación tecnológica, es decir, que cuando se desarrolla una nueva tecnología la sociedad debe adaptarse a esta, pero no puede influir sobre esta aun conociendo que puede traer consecuencias graves. Tal concepción lineal es producto del positivismo



Figura 4. Concepción Tradicional de la Ciencia

Concepción Social de la Tecnociencia

Es evidente, entonces la necesidad de un cambio hacia una concepción social de la ciencia y tecnología que se representa en la noción CTS o CTSI, que como ya se ha señalado se asume como una realidad total, integrada, dinámica, abierta y compleja**,** que aqui se asume como campo de investigación y como propuesta educativa innovadora, de carácter general.

Las características de esta concepción, según Romero (2005) son: (a) Relativismo, lo que significa que las normas y valores de la ciencia y tecnología dependen de los contextos históricos, políticos y culturales donde se desarrolla. (b) Constructivismo, el conocimiento es socialmente construido, siendo siempre interesado a partir de los intereses y necesidades de los sujetos implicados. (c)Instrumentalismo, el conocimiento tiene una función instrumental y pragmática que se produce, como ya se dijo, para satisfacer determinado interés. (d)Naturalismo, los procesos de producción del conocimiento deben ser estudiados empíricamente, ya que el conocimiento es generado socialmente.(e) Social, el conocimiento es producto de comunidades de conocimientos inmersos en estructuras sociales que determinan sus conductas, sus preferencias, valores.

Esta concepción social de la ciencia y la tecnología por sus características debe avanzar hacia un enfoque de integralidad, siendo uno de estos, la transcomplejidad asumida como una nueva cosmovisión de complementariedad paradigmática y metodológica (Villegas, 2013). Justamente, es la propuesta de la obra.

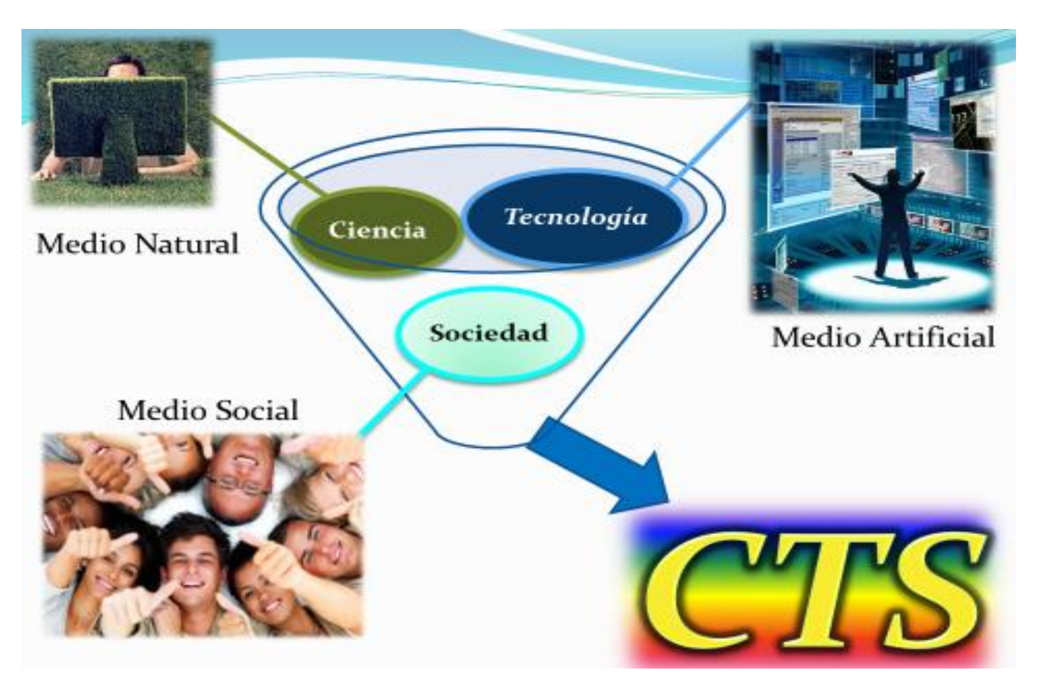


Figura 5. Concepción Social de la Tecnociencias

Objetivos del CTSI

En consecuencia, los estudios CTSI se plantea como unos de sus objetivos: comprender la dimensión social de la ciencia, la tecnología y la innovación, tanto desde el punto de vista de sus antecedentes sociales, como de sus efectos sociales y ambientales. Es decir se refiere tanto a los factores sociales, políticos, económicos, como los éticos, ambientales o culturales.

Otro objetivo según López y Lujan (2000) es la promoción de la participación pública en contra de los estilos tecnocráticos de ordenamiento institucional. En este sentido, una forma de entender la educación en el marco de la CTSI implica, por un lado, replantear los contenidos de la educación de la ciencia-tecnología. Por el otro, cambios metodológicos y actitudinales por parte de los grupos sociales involucrados en el proceso de orientación del aprendizaje.

Estos cambios que, en última instancia, tienen como propósito acercar la cultura humanística y la científica-tecnológica separadas tradicionalmente. Deberán estar orientados a la alfabetización en ciencia y tecnología a ciudadanos que sean capaces de tomar decisiones informadas, promoviendo el pensamiento crítico y la independencia intelectual al servicio de la sociedad. En tal sentido, la UNESCO y la OEI han contribuido al logro de estos propósitos, al reconstruir los contenidos de la educación científica y tecnológica mediante los estudios de CTSI.



Figura 6. Objetivos del CTSI

Tradiciones CTS

González y López (1996) plantean que existe consenso en el reconocimiento de dos tradiciones los estudios de CTS: la europea y la norteamericana. Estas tradiciones Steve Fuller(1992) en una discusión con Juan Herbaig, las distingue irónicamente como alta y baja iglesia. La **Europea** con el planteamiento de paradigma de Khum, como tradición acadèmica, bajo la orientación de la sociologia. Por su parte. La **Norteamericana** nace como tradición activista y movimiento social, con la guerra de Vietnan

En la tradición Europea existen diferentes escuelas y tendencias que han tenido como elementos comunes el énfasis que le dan a la ciencia, relegado a un segundo plano la tecnología y la innovación, así como en el análisis teórico-descriptivo de la relación CTS. Destacan los enfoques sociológicos, históricos, antropológicos y psicológicos.

Esta tradición se produce en la sociología del conocimiento científico y se basa en una interpretación radical de los planteamientos de Kuhn(1962) desarrollada en la década de los 70 por autores como Barnes (1987), Bloor (1998) y Shapin (2000) de la Universidad de Edimburgo.



Figura 7. Tradición Europea

Quintero (2010) plantea que esta tradición de los estudios de CTS se dedica al estudio de los condicionantes sociales de la ciencia, perspectivas que surge en el marco de las ciencias sociales, es por lo tanto, una tradición de investigación académica.

En la **tradición Norteamérica** se ha hecho énfasis en las consecuencias sociales de la actividad tecnológica relegando a un segundo plano la ciencia. Además estos estudios han tenido un carácter pragmático y valorativo destacándose los enfoques éticos y educacionales. El marco de esta tradición esta primordialmente constituido por las humanidades: filosofía, historia, teoría política, entre otras.

Algunos autores destacados en esta línea de trabajo son Durbin (1987), Illich (1974), Mitchan (1989), el movimiento pragmatista norteamericano, así como activistas ambientales y sociales como Carson (1980) o Schumacher (1978).



Figura 8. Tradición Norteaméricana

Las dos tradiciones convergen en el rechazo de la ciencia como actividad pura, la crítica a la concepción de la tecnología como ciencia aplicada y neutral, el rechazo a la tecnocracia, enfatizando la dimensión social de la ciencia, la tecnología y la innovación; así como los procesos multidisciplinares, que se fundamentan en ciencias sociales y hacen énfasis en el método científico.

Existen otras tradiciones que según Martínez (2004) no han sido consideradas, en diferentes países y regiones de la URSS ubicadas en un marco explicativo interdisciplinario con fundamentos marxistas, con énfasis en el estudio integral de la ciencia como sistema complejo que no alcanzo el impacto de otros enfoques. Así mismo, existe evidencia de que en Asia y Oceanía se han realizado estudios teóricos sobre ciencia y tecnología, al igual que en Australia.

Es igualmente reconocida ya una **tradición en América Latina**, en la cual los estudios de CTS apuntan hacia la problemática del desarrollo como tema central. Para Vaccarezza (1998) estos estudios en América Latina han pasado de un estatus de movimiento al de campo de constitución interdisciplinaria, lo que se evidencia en el hecho que se crea una comunidad de interés por el conocimiento epistemológico específico de la ciencia, tecnología, innovación y la sociedad.

Según Arellano(2007) estos mismos estudios en Latinoamerica han pasado por tres generaciones: (a) 1960-1980, la primera generación caracterizada por ser ingenieros y científicos e intervenían en las esferas políticas de los países. (b)1980-2000, segunda generación integrada por investigadores formados en postgrado CTS en el exterior de Latinoamérica, que si bien se interesaban en aspectos de la política, se concentran en las temáticas teóricas y metodológicas ligadas a la formaciòn de las discioplinas CTS. (c)2000-2007(asumiendo que en este año se hace la publicación y que el autor no le colocó fecha de finalización) tercera generación integrada por investigadores formados en postgrados CTS locales y a juicio de Kreimer y Thomas(2004) operan en una especie de ciencia normal.

Como parte de las propuestas de esta obra se plantea, que a partir del 2007 se pudiera estar generando, una cuarta generación integrada por investigadores de diferentes especialidades, con postgrados CTS o no, que se interesan por divulgar los aportes de estos estudios no sólo en el ámbto científico, si no para favorecer la participación de las comunidades en las políticas públicas. Desde este punto de vista, se requiere la educación científica de la ciudadanía. Sería lo que llamaría la generación transcompleja CTSI, por cuanto complementa los propósitos de las diferentes tendencia de estos estudios.

No obstante, aún no se considera un área de intervención-acción. Sus actores actúan independientemente, mostrando falta de integración, al definir líneas de acción entre lo que es la investigación académica y la intervención organizacional. Igualmente la comunidades disciplinares mantienen su identidad propia y se cuestiona el carácter interdisciplinario del enfoque de CTSI, más aún el transdisciplinario con el cual es asumido en este texto; así como el papel de las universidades como multiplicadoras de este.

Es decir en la actualidad está en manos de científicos sociales y sus acciones son más hacia la investigación académica y la publicación. Por su parte, para Thomas(2010) la evolución de los estudios de CTS en América Latina fue insuficiente por lo que a su juicio parece necesario una profunda renovación del aparato conceptual explicativo-normativo utilizado y la posibilidad de enrriquecerlos con aportes propios.



Figura 9. Tradición Latinoaméricana



Figura 10. Representantes CTS Latinoaméricanos

Los estudios de CTS que se conformaron en Occidente con el Círculo de Viena, siendo sus precursores David Hume y Ernest Mach. En América Latina, algunos investigadores clásicos son: Jorge Sábato, Oscar Varsavsky, Amílcar Herrera, Francisco Sagasti, Oswaldo Sunkel, Marcel Roche, entre otros, como también economistas que canalizaron el pensamiento de la CEPAL hacia la cuestión de la ciencia y la tecnología.

Pareció interesante destacar a Sábato, de nacionalidad argentina, profesor de enseñanza secundaria de física. El mismo se describe de esta manera "De profesión Físico (...), de oficio Investigador (...), de vocación hombre libre (p.1). Fue un entusiasta de la aplicación de la investigación científica a la industria, con el apoyo estadal. Es un clásico su propuesta denominada el triángulo de Sábato que expresa la necesaria interacción entre Estado, las universidades y las empresas como vía para el logro del desarrollo tecnológico que beneficie a la sociedad de manera equitativa.

Otro de sus aportes fue introducir conceptos tales como los de tecnología como mercancía, los parques tecnológicos, régimen de tecnología, división

internacional del trabajo y la propiedad industrial, el rol de las empresas del Estado en el desarrollo basado en el manejo tecnológico, la tecnología en el modelo de sustitución de importaciones, el manejo de la tecnología por las corporaciones multinacionales y en general las relaciones entre ciencia, tecnología, industria y sociedad (Jairo Torres Sánchez en Sábato(1979).

Algunos pensadores contemporáneos que están contribuyendo a los estudios de CTS son José López Cerezo, Stephen Cutcliffe y Javier Echeverría, entre otros. En América Latina, destacan Hebe Vessuri, Isabel Licha, Rolando García, Eli de Gortari, Mario Albornoz, Leite López y Renato Dagnino, entre otros.

Vale la pena destacar los aportes de Vessuri (2013), argentina, quien plantea que la investigación científica debe ser realizada y pensada en forma situada para que responda a las particularidades socio-culturales e históricas de los lugares en que se busca desarrollarla y apropiarla.

Por su parte, Roberto Dagnino, nacido en Brasil, tiene entre sus principales aportes, la concepción de la ciencia contemporánea, como tecnociencia, que implica no sólo lo cognitivo, sino también el poder, los conflictos sociales y los cambios culturales. Así mismo, la noción de tecnología social, entendida como aquellas adecuadas a los emprendimientos solidarios, productos, técnicas, o metodologías transformadoras, replicables, desarrolladas en interacción con la población y apropiadas por esta y que representan soluciones de transformación social efectivas.

II.TEORÍAS, MODELOS Y PROGRAMA CTSI

A partir de los años 70 la sociología de la ciencia emprendió la tarea de alcanzar una mejor comprensión del conocimiento científico, algunos autores decidieron inmiscuirse en cuestiones epistemológicas, Se iniciò el giro sociológico en la teoría de la ciencia. Desde esta nueva òptica el conocimiento científico pasaba a ser considerado como una actividad de naturaleza social. Asì según Lamo de Espinosa (1994) la esencia de la sociología del conocimiento es afirmar que los conocimientos emergen en condiciones sociales particulares y concretas, es decir que el sujeto es empírico e histórico.

En consecuencia cada forma social genera sus propios conocimientos. De ahì que habrá que concluir que formas sociales diversas deberán generar conocimientos diversos y, por lo tanto, esos conocimientos los son solo contextualizados o en función de las formas sociales especìficas en que emergen. En tal sentido, hay un conjunto de teorías, modelos y programas de análisis sociológicos de la ciencia que comparten un conjunto de principios comunes que los vuelve susceptibles de ser cobijados bajo la denominación de estudios CTSI.

Estudios Empiricos de las Prácticas de Laboratorios.

La influencia de Bruno Latour y Steve Woolgar ha sido decisiva en los estudios de la ciencia al plantear un nuevo modo de analizar la pràctica científica desde el interior de los laboratorios. Igualmente, los aportes de Knorr-Cerina(1981, 1995). El estudio de Latour y Woolgar(1979) supone que los laboratorios son fabricas de hechos, en donde el conocimiento científico se construye mediante debates internos y externos.

Señalan que la práctica científica no se reduce a experimentos e inferencias lógicas; sino que es una actividad compleja realizada por hombres comunes y en sus prácicas y discusiones intervien los mismos factores que en las discusiones fuera de los laboratorios. Los científicos trabajan en los laboratorios, como si estuvieran trabajando directamente en la naturaleza. El laboratorio tal como como

ha sido estudiado por el abordaje CTSI puede ayudar a comprender varios tòpicos implicados en la situación y localización del conocimiento y enriquecer teóricamente estas perspectivas.

Según Fernández Zubieta(2009) esta perspectiva considera que en la práctica de los laboratorios se genera conocimiento de una forma muy diferente a la que trasmiten los epistemológos. El carácter que usualmente se adjudica a las investigaciones científicas de rigor y coherencia es sólo el producto final de un proceso que incluye una serie de prácticas locales, contingentes y oportunistas. De este modo, la ciencia no funcionaría por criterios universales preestablecidos, sino por prácticas circunstanciales. Para analizar esas prácticas, resulta imprescindible un estudio del lenguaje y la comunicación científica.

El estudio de todo el proceso de investigación permite concluir que los documentos científicos son sólo el punto culminante de un proceso de construcción en el que se van modulando las características con las que convencionalmente se relaciona el trabajo científico. El estatus científico se va configurando mediante la omisión de las referencias a los agentes participantes, a sus acciones y a las circunstancias que rodean la acción. En este enfoque, la realidad no es la causa sino la consecuencia de la investigación.

Para este autor estos estudios declinaron en los 90, pero permanece su énfasis en el ànalisis de la ciencia como práctica y considera que en este se pueden incluir las propuestas etnometodológicas de Garfinkel(1982) y Lynch(1982,1985,1991), que se plantean al final del capítulo, donde se reinvindica el carácter cotidiano y de sentido común de la actividad científica.

Programa Fuerte de Sociologia

El programa fuerte(PF) de la sociología propuesto por Bloor(1982) adopta una posición naturalista, causalista, frente a la ciencia que pretende tomar como conocimiento aquello que las personas asumen como tal. Para este autor la sociología del conocimiento científico es capaz de explicar socialmente todas las

ciencias. Su interes principal es explicar sociológicamente la totalidad de las facetas de la actividad científica incluyendo el descubrimiento y la innovación intelectual. En tal sentido, asume cuatro principios fundamentales que son:

Causalidad, establecer las condiciones que dan lugar a los estados del conocimiento y a explicar como una creencia se impone socialmente como una verdad.

Imparcialidad, explica lo verdadero y lo falso; lo racional y lo irracional; el éxito y el fracaso.

Simetria, utiliza las mismas causas para explicar el conocimiento verdadero y falso.

Reflexividad, los patrones de explicación serán aplicables a la sociología misma. De acuerdo a Restrepo (1996) la versión de Bloor viene a ser una reflexividad post hoc o no comprometida, ya que no afecta la práctica de la investigación.

Estos principios según Arellano (2007) pueden ser ordenados en dos ejes cruzados. Por un lado, un eje diseñado para analizar controversias científicas mediante la aplicación de los principios de imparcialidad y de simetría que brindan un tipo de objetividad. Por otro lado, la aplicación de los principios de causalidad y reflexividad que otorgarìan cientificidad explicativa a la investigación. El Programa Fuerte de la sociología del conocimiento fue diseñado para explicar las causas sociales del establecimiento de creencias en el seno de controversias científicas.



Figura 10. Representates de Programas CTSI

Programa Empirico del Relativismo

El exponente más conocido del programa empírico del relativismo (EPOR) es Collins(1985) y analiza el modo como se cierran los debates y las controversias científicas, llegando a la conclusión que los determinantes de estas son los factores sociales. La realidad natural es también una construcciòn social, es una postura estrictamente observacional y naturalista. Su interés caracterìstico es examinar las dinámicas al interior de la actividad científica para demostrar que la ciencia es una empresa social ordinaria, compartiendo la multiplicidad y diversidad que caracterizan toda empresa social y cultural.

De acuerdo a González y Sánchez (1988) el interés fundamental del EPOR es demostar la naturaleza social de la racionalidad que rige la actividad científica y la insuficiencia de los métodos de control y replicación instrumental para dar cuenta de los resultados de las investigaciones de la ciencia y, con ello, detectar y estudiar las estructuras, factores y mecanismos sociales que subyacen a la construcción del conocimiento científico.

Los trabajos de Collins se han dedicado principalmente en el análisis de las dimensiones publicas y privadas de los debates entre científicos, causados por la existencia y permanencia en el tiempo de posturas y argumentaciones contrapuestas en torno a apreciaciones, descripciones o juicios sobre objetos, temáticas o problemáticas científicas especìficas. Las controversas científicas ilustran el carácter abierto de la evidencia científica toda vez que los resultados están abiertos a mùltiples interpretaciones.

Por el carácter interpretable de los resultados de las investigaciones y sus rèplicas y por la recursividad que se dan en algunas investigaciones científicas y tecnológicas donde se carece de estándares objetivos a partir de los cuales pronuciarse definitivamente sobre el carácter satisfactorio de la evidencia, se recurre a factores no puramente científicos (conceptuales o semánticos) para lograr el cierre definitivo de la controversia.

El programa empírico del relativismo de acuerdo a Fierro (2016) se estructura en tres fases o estadios que constitutyen a su vez tres niveles de análisis:

-Demostraciòn de la flexibilidad interpretativa de los resultados de experiencias científicas. Es decir según Collins(2011) " el cierre través de la prueba experimental no se obtiene como resultado de reglas racionales y algorítmicas sino como producto de fuerzas sociales contingentes que afectan la experimentación en tanto pràctica colectiva" (p.88).

-El análisis de los mecanismos que, de cara a la ausencia de determinación racional por parte de los datos experimentales, ponen fin a la recursividad a que lleva a la flexibilidad interpretativa. Consiste en la identificación, análisis y caracterización de los mecanismos que cierran las controversias científicas: mecanismos, que de acuerdo a Collins, son inherentementes sociales.

-El tercer estadio implica la vinculación entre los mecanismos sociales de cierre de la flexibilidad interpretativa y de la controversia, por un lado, y las fuerzas sociales

y estructuras políticas màs generales vinculadas a las contingencias de las instancias experimentales, por otro.

El EPOR no constiyuye la única propuesta sistemática para el estudio sociológico de controversias, tales como el estudio cuantitativo propuesto por Venturini y Latour (2010) que implican análisis màs complejos, a través de técnicas computarizadas de diversas fuentes e involucrando diversos foros públicos y políticos que permiten complejizar la imagen de la ciencia que se decanta a partir de caracterizar los choques científicos. Se centran predominantemente en controversias contemporaneas, enfocada en las ciencias duras y en las proyecciones políticas e institucionales de la empresa científica.

Hasta aquí se han visto propuestas que tratan de explicar la ciencia como actividad social. No obstante, también se han tratado de articular una visiòn claramente innovadora de los procesos de co-producciòn entre sociedad y tecnologìa. Segùn Aibas y Quintanilla(2002) su punto de partida es la crìtica a la tesis del determinismo tecnológico, según la cual la tecnológica aparece en muchos casos configurado por sì misma o, como mucho, por la investigación científica.

Las diversas características económicas, políticas y culturales de una sociedad dada desempeñan un papel muy importante en las decisiones de distintos ordenes que configuran una tecnología concreta y determinan su diseño y difusión. Es un hecho incuestionable que la misma tecnología puede tener efectos muy distintos en contextos sociales diferentes.

No es casual que mucho de los conflictos actuales en la cultura tecnológica giran en torno a controversias sobre la determinación de los efectos ambientales, sociales y económicos de tecnologías concretas. En este sentido, la sociología trata de entender que la tecnologìa ejerce una gran influencia social, pero desde un ámbito externo, en combinación con factores no tecnológicos.

En este sentido, enfatiza los procesos de configuración social de la tecnología, de ahì que repensar la tecnologìa conduce indefectiblemente, a repensar la sociedad.



Figura 11. Representante del Programa Empirico del Relativismo

Construccionismo Social

Zubieta(2008) sostiene la imposibilidad de hacer distinciones a priori entre los técnico, lo social y lo científico. Una de estas formas es el modelo de Construcciòn Social de la Tecnologìa (SCOT) desarrollado por Pinch y Bijker (1984). En este programa el concepto de grupo social relevante de individuos constituye el punto de partida del anàlisis, es un grupo de individuos que confiere un mismo significado a un artefacto técnico.

Otro concepto es el de flexibilidad interpretativa de un artefacto reconstruyendo los significados que le atribuyen los distintos grupos sociales relevantes, mediante el análisis de los problemas y soluciones que tales grupos asocian al artefacto.

Por un lado enfatiza el carácter contingente del cambio tecnológico y por otro lado es la llave que abre paso al análisis sociológico de la tecnologìa.

Métodologicamente se fundamenta en el principio de simetría formulado por Bloor(1976) para el análisis social de la ciencia.

En la segunda etapa del modelo SCOT aparece el concepto de grado de estabilización, que consiste en el estudio del proceso en el que ciertos artefactos acaban estabilizándose, mientras que otros se desestabilizan y quedan relegados al margen de la historia. Aparece, también, el concepto de estructura electrónica según Bijker (1995) que plantea que mediante cada proceso de estabilización se produce la emergencia de un nuevo entorno estructural para el sucesivo desarrollo técnico.

Tales estructuras tecnológicas son heterogéneas en el sentido de que no pertenecen exclusivamente al dominio cognitivo, técnico, ni al social. Sus componentes son artefactos, ejemplares, valores culturales, objetivos, teorìas, protocolos de prueba, conocimiento tácito. Es una características de las interacciones entre los actores y se construyen como parte del proceso de estabilización de un artefacto.

Teoría del Actor-Red

Esta teoría ha sido desarrollada fundamentalmente por autores franceses, tales como Callon y Law. Se trata de estudiar la ciencia y la tecnologìa en acción. De acuerdo a Lataour (2003) citado por Laredo (2009) su perspectiva no es naturalista(realista), no da por hecho la objetividad de los hechos como realidades. Ni con el constructivismo social, ya que el hecho que la ciencia sea una construcciòn social no significa que los hechos que producen sean por ello menos fiable, ni que las categorías sociológicas o antropológicas sean màs potente a la hora de analizar el funcionamiento de las ciencias naturales, que estas para estudiar las primeras. Tampoco es desconstruccionista(relativista).

Se pueden plantear tres fuentes de inspiración de esta teoría: (a) el programa fuerte de la sociología de la ciencia de Bloor(1995) del cual extraen los principios de imparcialidad y simetría, dando forma a una metodología relativista; (b) la filosofía

de la ciencia de Serres(1991) de la cual extraen el concepto de traducción y (c)los conceptos de multiplicidad, rizoma y agenciamiento de Gilles Deleuze (2002).

La esencia de la teoria actor-red es tratar de entender como la ciencia y la tecnologìa han proporcionado algunos de los ingredientes necesarios para dar cuenta de la formación y la estabilidad de la sociedad misma, en un proceso colectivo, mediante la movilización de oficios, componentes y coordinaciones de diversas ordenes. De acuerdo a este planteamiento se puede ser constructivista, sin ser constructivista social, porque se puede aspirar a mostrar el proceso de construcción de hechos sin asumir que en ese proceso las dimensiones sociales son las determinantes.

Plantea que su teoría no es sociológica, ni antropológica, ni tampoco epistemológica, sino que pretende mantenerse equidistante de las categorías sociales y las naturales; pero en cierto modo es una teoría ontológica que implementa conceptos sociológicos y prosociales en una determinada concepción de la realidad, que incluye la natural.

Gira en torno a la idea de que la acción no es algo generado por un agente identificable como tal, un sujeto, un ser humano; sino algo que se da dentro de una red de eventos y transformaciones cuya estructura se halla en constante cambio. Tanto los sujetos o agentes(centros de actividad) como los objetos(las cosas, la naturaleza, los artefactos técnicos) formán parte de esa red y además lo hacen en condiciones de igualdad. Ambos sujetos y objetos son producto de la red y su funcionamiento.

Desde luego las transformaciones, aquello que sucede, no se puede atribuir a los sujetos,tampoco a los objetos, sino que sencillamente ocurren. La agencialidad se halla distribuidad por la red. El mundo es como una red de acciones cuyos nodos, a veces cambiantes son actores o actantes, esto es, humanos o no humanos. Las traducciones(las transformaciones, los cambios) ocurren cuando esos actores o actantes (que pueden ser seres humanos, organismos o cosas) hacen hacer, esto

es marcan una diferencia. Esto significa que instauran un nuevo curso de acción, ligado a una nueva estabilización en el seno de la red.

Las interacciones de acuerdo a Heredia (2011) no son exclusivamente intersubjetivas sino también interobjetivas. Es decir los objetos también tiene capacidad de agencia, Además para el autor el concepto de interacción debería incluir en sí un número mayor de interacciones y de elementos constituyentes, para devenir similar a la noción de actor-red. Los agentes se encuentran inmersos en relaciones dinámicas de asociación, traducción e inter-traducción y en dicho proceso el mundo se construye y deconstruye, estabiliza y desestabiliza.

Dentro de la red pueden darse numerosas relaciones o conexiones entre humanos y no humanos y de unos y otros entre sí. Así pues, Latour (2017) no habla de sociedad sino de colectivo, porque la sociedad según èl, es algo sobreimpuesto a las asociaciones, como si pudiera hablarsede una estructura previa a las acciones a que de lugar. Un colectivo, en cambio, es simultaneo a dichas acciones. Estas múltiples actividades de traducciòn(entre individuos, grupos, objetos) construyen redes. En este sentido, de acuerdo a Latour(ob cit) el concepto de red es “más flexible que la noción de sistema, más histórico que el de estructura, más empírico que el de complejidad”(p.18).

Así, ontológicamente, propone estudiar la realidad desde un mapeo de las relaciones que son simultáneamente materiales(entre cosas) y semióticas(entre conceptos). Por tanto las interacciones en un fenómeno dado involucran a personas, sus ideas y tecnologías a las que hay que analizar en su conjunto. Politicamente, solo importa la convivencia, la búsqueda de un mundo común en el cual, mediante la formación, transformación y disgregación constantes de colectivos, florezca el mayor número posible de cursos de acción.

Latour trata de impulsar una sociología de las asociaciones, ya que las relaciones entre los seres humanos, con su entorno y la tecnologìa son cambiantes, reciprocas y decisivas para estudiar la sociedad. Ademàs la tarea de definir y

entender lo social debe dejarse a los actores, seria como una ciencia popular, ya que la construcciòn de conocimientos depende de la participación del colectivo, cada quien con sus saberes e intereses. Asi la teoria del actor-red es una aproximación a la investigación participativa, que trata a los objetos como parte de las redes sociales y evita explicaciones esencialistas de eventos o innovaciones.

El destino de un proyecto tecnológico, desde esta perspectiva depende de tres actores interrelacionados: (a) capacidad del proyecto para construir y mantener una red global que proporcione los recursos; (b) capacidad del proyecto para construir una red local que utilice los recursos proporcionados por la red global y (c) capacidad del proyecto para imponerse a sí mismo como un punto de paso obligado para toda comunicación (intercambio) de intermediarios.



Figura 12. Representante de la Teoría Actor-Red

Estudios de Reflexividad

De acuerdo a Arellano (2007) el tema de la reflexividad en los estudios CTSI ha manifestado avances desde el principio de reflexividad de Bloor (1995) hacia una perspectiva de reflexividad interpretativa planteada por Woolgar (1991) y Callon (1985) considerados ambos actores que la sociología del conocimiento científico debería ser una sociología de la tecnociencia.

En este sentido, el estudio de Bourdieu(2001) acerca de la ciencia de la ciencia y la reflexividad es importante para los estudios CTSI, por cuanto para este autor la reflexividad es una particularidad de la sociología de la ciencia. Es una operación de objetivación,"condición de acceso de la ciencia a la conciencia de sì, es decir al conocimiento de sus presupuestos históricos"(p.168).Con la posibilidad de objetivar, las ciencias sociales contaban con una superioridad sobre las otras ciencias al otorgarse el privilegio de la reflexión de sus condiciones históricas, lo que permitiría hacer consciente lo que para las ciencias natural está vedado.

Para Bourdieu(2001) la ciencia social más sensible a los determinismos sociales puede encontrar en sí misma las fuentes, que como dispositivo crítico, pueden permitirle limitar los efectos de los determinantes históricos y sociales. La reflexión es un medio eficaz de reforzar las oportunidades de acceder a la verdad, proporcionando los principios de una crítica técnica que permite controlar màs atentamente los factores propios a mediar la investigación.

La reflexivdad de acuerdo a Arellano(ob cit) "es hacer consciencia de la inconsciencia del conocimiento"(p.6). Esta insconciencia histórica y social se encuentra en los científicos de la naturaleza pero también en otros científicos. Pero Bourdieu(ob cit) considera que la reflexividad tiene un punto de vista privilegiado respecto a las ciencias naturales, pero considera que esta no desarrolla toda su fuerza si el estudio de la actividad científica no se prolonga a una verdadera crítica de las condiciones sociales de posibilidad y de los límites del pensamiento y se encarna de los colectivos. Bloor(ob cit) ha propuesto una sociología de la ciencia en

el sentido de la ciencia natural. Por su parte Bourdieau ha planteado una sociología de la ciencia social.

Reflexión Etnometodológica

El representante de esta corriente asumido en este texto es Lynch(2000) que plantea la reflexividad desde varios punto de vista, que se describen seguidamente:

La reflexividad mecánica describe una especie de proceso recursivo que involucra retroalimentación.

La reflexividad sustantativa tratada como un fenómeno real en el mundo social. Cuando es aplicada en el nivel de sistema sociales globales, en este sentido es emblemática de la posmodernidad y cuando es aplicada a nivel de las interacciones humanas describe una propiedad de la acción comunicativa.

La reflexividad metodologica con variantes en las ciencias humanas como el mètodo de observación participante y del autocriticismo de Bloor ya visto.

La reflecividad metateórica con una orientación reflexiva m´´as general más cercana a Bourdieu.

La reflexividad interpretativa o hermeútica identifica la reflexión con la interpretación de textos o de colectivos.

La reflexividad etnometodológica que involucra una mezcla de reflexividades para documentar las estructuras sociales.

De acuerdo a Lynch(ob cit) frecuentemente se supone que la reflexividad tiene un potencial crìtico y una potencia emancipatoria. Así mismo, es entendida como "fuente de revelación de opciones olvidadas, exposición de alternativas ocultas, develaciòn de lìmites epistemológicos o empoderamiento de voces subyugadas por discurso objetivos o vías para crear diferencias en el conocimiento del mundo"(p.92). Para Arellano (2007) "La crítica no necesariamente es reflexión(…) se puede tener un punto de vista exótico sin ser reflexivo aunque se sea muy radical"(p. 92).De ahí que se requiere formación y práctica para lograr estos análisis.

Por su parte, en la etnometodología de Lynch(200) la reflexividad puede ser tratada como una pràctica ordinaria de los grupos académicos, de allí que dice que “los empleos reflexivos del lenguaje ordinario y el conocimiento de sentido común constituye cualquier sentido que puede ser hecho si realmente es fracturado como objetivo”(p.42). En tal sentido, proporciona un acceso al estudio de las acciones rutinarias incluyendo la propia acción de reflexión.

La etnometodologhia fue un termino acuñado por Harold Garfinkel(1982). De acuerdo a Firth (2010) es una propuesta de la sociología acerca de la naturaleza e indagación del orden social, al estudiar las pràcticas del sentido común a través de los cuales los miembros de la sociedad coordinan, estructuran y entienden sus actividades diarias. En esencia se interesa en la acción social, la intersubjetividad y la comunicación lingüística, implica la narratividad de las acciones. La etnometodología asume las acciones de los participantes como punto de partida y atienden a la forma en que estas aunque inadvertidas, sean observables y ordenadas en situaciones concretas y particulares. Las situaciones locales de la acción tienen dos importantes manifestaciones en la etnometodología según Lynch(ob cit): (a)la indicialidad de las acciones y (b)las cualidades contextuales reflexivas de las acciones.



Figura 13. Representantes de los Estudios de Reflexividad

III. PERCEPCIÓN SOCIAL DE LA TECNOCIENCIA

La ciencia y tecnología en América Latina están estructuradas con los mecanismos De distribución de poder, asignación de recursos y cambios propios de la conformación de los campos intelectuales, no logrando su total fortalecimiento. Por su parte, las políticas de ciencia y tecnología se constituyeron como algo autónomo sustentado en el concepto de dependencia de la región adaptada a la noción internacional hegemónica del sistema, a la realidad social de ciencia y tecnología y al Estado Latinoamericano.

En algunos países, el impacto de la inestabilidad política, la ideología y el autoritarismo; así como la baja inversión en materia de investigación y desarrollo, no permiten observar una orientación clara en materia de ciencia y tecnología. A nivel educativo su desarrollo es desigual en los distintos países. Así, en algunos contextos, estos estudios han tenido avances hacia aspectos de política científica o bien sobre indicadores en la gestión de la innovación y cambio técnico, nuevas disciplinas y comunidades científicas, la relación universidad-empresa o el impacto del conocimiento.

No obstante, se observa un cierto olvido en el abordaje de temas relacionados con el medio ambiente, la divulgación y apropiación social del conocimiento. La debilidad fundamental en la evolución del enfoque de CTSI en la región, la explica Quintero (2010) por la escasa atención brindada a los problemas de la ciencia y la tecnología a lo largo del proceso educativo.

Realidad del CTSI en Venezuela

En Venezuela de acuerdo a Molina (2000) no existen reportes concretos de la introducción formal del enfoque CTSI en el sistema educativo, a pesar de su justificación legal implícita en el artículo 110 de la Constitución Nacional de la República Bolivariana de Venezuela (1999). Al respecto, señala que:

> El Estado reconecerá el interés público de la ciencia, la tecnología, el conocimiento, la innovación y sus aplicaciones y los servicios de

> información necesarios por ser necesarios por ser instrumentos fundamentales para el desarrollo económico, social y político del país…(p. 678).

La declaratoria de interés público no es màs que el reconocimiento por el Estado de la importancia de unas actividades que considera indispensable para el desarrollo nacional, por lo que su conocimiento y aplicaciones trascienden el interés particular de los científicos y técnicos para constituirse en materia de interés público. En tal sentido, el Estado debe fomentar el estudio y la investigación científica y tecnológica. Así mismo debe garantizar el cumplimiento de los principios èticos y legales que deben regir estas actividades.

No obstante, comienzan a surgir investigaciones relacionadas de manera directa o indirecta con el enfoque CTS y particularmente relacionada con la educación científica. Al respecto, se han encontrado investigaciones como trabajos de grado o postgrado en Universidades como la Universidad Católica Andres Bello, la Universidad de Los Andes, la Universidad Nacional Abierta, Universidad Nacional Experimental Libertador y Universidad Nacional Experimental Yaracuy. Igualmente; se han ideado y elaborado secuencias sobre distintos temas para orientar contenidos científicos específicos en distintos niveles educativos.

Es importante, también, destacar que los nuevos programas educativos y de formación de docentes a distancia de la Oficina de Planificación del Universitario (OPSU, 2013) dan un importante papel a la ciencia y tecnología como herramientas de desarrollo humano y científico.

Así para Freites (2011) Venezuela obtuvo importantes logros en materia científica y tecnológica durante el 2010, entre estos la idea que el conocimiento sea transferido al pueblo para resolver los problemas fundamentales del país con base en la Ley Orgánica de Ciencia, Tecnología e Innovación (LOCTI, 2014) que establece “La autoridad nacional con competencia en materia de ciencia, tecnología, innovación y sus aplicaciones apoyara a los órganos y entes del Estado

en la definición de políticas tendentes a garantizar la valoración y el resguardo de los conocimientos tradicionales, tecnologías e innovaciones...”

Hebe (2016) señala que en el país “el campo de los estudios sociales de la ciencia y la tecnología sufren de mengua como sucede con la investigación científica…en general”(p.249). Señala la autora que en la próxima fase podemos prever una “fertilización cruzada con nuevas tendencias y propuestas que continuamente se producen en lo teórico…conceptual y empíricamente a través de los estudios de caso”(p.249). Finaliza señalando que“ Los estudios sociales de la ciencia y tecnología en Venezuela todavía tienen mucho que dar y que aprender”(p.250).

De acuerdo con estos cambios los estudios CTSI en América Latina son complejos. Se está frente a un contexto de incertidumbre entre la investigación científica y la innovación industrial, donde el ajuste estructural y la competitividad internacional se convierten en monopolios generadores de la innovación tecnológica. Aquí es donde planteo las posibilidades de la transcomplejidad como perspectiva para ampliar los estudios de CTS (Villegas, 2013).

Un Caso de Estudio en la Región Centro Llano

A efecto, de tener una visión más actualizada de la realidad venezolana, al menos en un sector del país, he realizado desde el año 2013, la aplicación periódica de dos cuestionarios elaborados para conocer la concepción de la ciencia y la tecnología en su relación con la sociedad.

En esta oportunidad se presenta los resultados del segundo cuestionario aplicado, durante el año 2018, a docentes y estudiantes de tres universidades de la Región Centro Llano del país, conformado por 32 itemes de los cuales 28 son de opción dicotómica y cuatro de final abierto, elaborado considerando dos coordenadas relacionadas con la percepción de la ciencia y la tecnología como se muestra, a continuación, en el cuadro 1.

Cuadro 1
Percepción de la Ciencia y Tecnología

Coordenadas	Dimensiones	Itemes
Aportes de la Ciencia y Tecnología	Positivos	1,5,23,24,26
	Negativos	2- 4
Concepción de Ciencia y Tecnología	Tradicional	6,11,12-22
	Social	7,8,9,10,25,27,28

Los resultados tratados mediante el análisis porcentual, resumidos, se presentan en los cuadros 2 a 5, a continuación.

Cuadro 2

Aportes Positivos de la Ciencia y Tecnología

Indicadores	%
Científicos	100
Tecnológicos	72,7
Tecnología origen de adelantos científicos	72,7
Alfabetización científica de los ciudadanos	18,1
Conocimiento de CTSI	27,2
Promedio	58,1

Los resultados del cuadro 2 muestran que según el 100 % de los encuestados los aportes de la ciencia son positivos, el 72,7% considera que los aportes de la tecnología son positivos; igual proporción considera que la tecnología da origen a adelantos científicos. Por su parte, sólo el 18,1% considera que los ciudadanos están alfabetizados científicamente. Igualmente, sólo el 27,2% reconoce tener conocimiento acerca de los estudios CTSI. El promedio favorable obtenido para esta

dimensión(58,1%) evidencia que si bien un alto porcentaje de los encuestados reconoce los efectos positivos de ciencia y la tecnología tienen muy pocos conocimientos acerca de cuales son esos adelantos.

Cuadro 3
Aportes Negativos de la Ciencia y Tecnología

Indicadores	%
Desfavorables	18,2
Intrascendentes	27,2
Promedio	22,6

Los resultados representados en este cuadro muestran que solo el 18,2 % considera que los aportes de la ciencia y la tecnología son desfavorables y el 27,2 % los considera son intrascendentes. El promedio favorable obtenido (22,6%) evidencia que son muy pocas las personas que conocen los efectos negativos de los desarrollos científicos-tecnológicos. Tales resultados confirman los obtenidos en la dimensión anterior en cuanto al desconocimiento científico-tecnológico de la ciudadanía.

Es evidente el desconocimiento de hechos ocurridos entre las décadas del 50 al 80, tales como los accidentes nucleares y envenenamientos farmacéuticos, uso civil y militar de la energía nuclear. Algunos ejemplos conocidos son: la talidomida anticonceptivo que causó numerosos casos de defectos de nacimiento, el impacto ambiental de plaguicidas sintético como el DDT, hundimiento de submarinos nucleares soviéticos, el estrellamiento de un B-52 con cuatro bombas de hidrogeno cerca de Palomares en Almería, contaminando una amplia área con radioactividad, la contaminación por petróleo como algo común en todo el mundo.

Hoy en día se emplean las tecnologías de comunicación como los satélites para establecer blancos para armas masivas. Así como tecnologías informáticas para falsificar papel moneda, hacer copias ilegales de disco compactos, crear pornografías en internet, esto entre los impactos más delicados.

Lo planteado es producto del tradicional optimismo en cuanto a las potencialidades de la ciencia y la confianza ciega que la palabra ciencia solía evocar en políticos y ciudadanos.

Cuadro 4
Concepción Tradicional de la Ciencia y Tecnología

Indicadores	%
La Ciencia origen de la Tecnología	63,7
La Educación como Ciencia	81,9
La Psicología como Ciencia	81,9
El Derecho como Ciencia	100
La Medicina como Ciencia	54,6
La Enfermería como Ciencia	63,7
La Enfermería como Tecnología	36,3
La Ingeniería como Ciencia	45,5
La Ingeniería como Tecnología	81,9

Los resultados representados en el cuadro 4 muestran que el 63,7% de los encuestados consideran que la ciencia origina la tecnología; lo que evidencia una concepción tradicional de la ciencia, que considera a la tecnología dependiente de la ciencia.

Por otra parte, llama la atención que al preguntar a los encuestados si consideraban ciencia o tecnología a las siguientes disciplinas los resultados manifestaron que sólo al derecho el 100% lo consideran una ciencia, mientras que el 81,9% a la educación y a la psicología. El 63,7% a la enfermería, 54,6 % a la medicina, el porcentaje más bajo lo obtuvo la Ingieneria con el 45,5%. Sólo la ingeniería y la enfermería fueron, además, consideradas tecnologías en un 81,9% y el 36,3% respectivamente. Tales resultados hacen manifiesto que se sigue considerando la ciencia con preminencia sobre la tecnología. El porqué de los tres últimos resultados lo explica cada especialista.

Así una ingeniera, con estudios de doctorado, explica los resultados obtenidos señalando que la ingienerîia no es ni ciencia, ni tecnología si acaso ciencia aplicada,

que ya se ha señalado es una concepción reduccionista de la tecnología. Además, un ingeniero, igualmente con estudios de doctorado, señala que si bien la ingenería puede asumirse como ciencia por la utilización de el método cientìfico, para el es más tecnología porque siempre busca generar artefactos que puedan resolver problemas.

Otra ingeniera, doctora en ciencias de la educación, opina que los encuestados consideran la ingeneria es ciencia solo en un 45,5%, porque hace uso de los postulados y posiciones científicas en el orden de su funcionamiento y el 81, 9% que la consideran tecnologìa es por esa concepción de que la ingienerìa aporta soluciones sistemáticas a los problemas del mundo (abarcando la esfera social en distintas dimensiones a través de las distintas disciplinas).

Señala "considero que en su visión general la ingeneria se corresponde más con el concepto de tecnología". Sin embargo, en la aplicación de conocimientos y habilidades con el objetivo de conseguir una solución para resolver un problema determinado o lograr satisfacer una necesidad en un ámbito concreto (según la definición de tecnologìa de acuerdo a DRAE); "pueden ocurrir nuevos postulados y orientaciones que implican nuevos conocimientos generados a partir del razonamiento de lo observado, que le otorgan características atribuidas a la ciencia". Se puede deducir de acuerdo a la opinión de los dos ùltimos informantes que la Ingieneria es tecnologia y ciencia como opinaron los encuestados.

Por su parte, una enfermera de profesión, con grado de doctorado, señala que el hecho que los encuestados en un 36,3% ven la enfermería como tecnologìa, pudiera deberse a varias razones:

1.La historia de la enfermería ubica sus inicios como arte u oficio destinado al cuidado, y realizado casi exclusivamente por mujeres que para la época no podían acceder a la formación académica, siendo la medicina la que asume su desarrollo profesional y científico, quedando la enfermería, vista en muchos casos, como apéndice o dependiente de la medicina. A pesar de todo su desarrollo posterior,

quizás, en nuestra cultura sigue siendo vista de esa manera, donde la enfermera sigue acciones médicas delegadas, dando como dueño del saber en salud, al médico. El libro de Marie Francoisse Colliere (promover la vida) habla de estos aspectos.

2. Hoy por hoy, a pesar de todo el avance en la formación de IV y V nivel de los profesionales de enfermería, se sigue dando mayor credibilidad, valoración e importancia a otros profesionales de la salud, especialmente en la academia y la gerencia (educativa o asistencial). Quizás, los propios enfermeros dan cabida a esa percepción de la carrera centrada en la técnica y dependiente de otros profesionales. Un ejemplo de ello, en el caso de la UNERG, tiene un decanato de ciencias de la salud, pero nunca un enfermero como decano. Médicos, nutricionistas y ahora un abogado, pero siempre un cuestionamiento y rechazo al enfermero para asumir esta responsabilidad, a pesar de tener la formación, las competencias y el escalafón que amerita tal cargo.

De hecho, en una defensa en la UNERG de una enfermera de una unidad de fertilización, se le cuestiono que ella asumiera trabajar el tema de la fertilización cuando según el jurado (que eran enfermeras) eso es una técnica eminentemente médica. Es decir, para el jurado la enfermera no tenía mucho que hacer allí, situación con la que la informante no esta de acuerdo. Esto evidencia lo que le decía antes. “Si como enfermeros con maestrías, doctorados y postdoctorados no podemos abrir nuestra mente a otras posibilidades de cuidado en cualquier campo, que dejamos para los que no son enfermeros”.

En cuanto al hecho que un 54,6% de las personas encuestadas creen que la medicina es técnología, un mèdico con estudios doctorales dice considero que este concrepto està estrechamente vinculado con la concepción de lo que se ha pensado (siempre) de la Medicina. Verla solo como tecnología, la colocaría en un asilo intelectual, fragmentado, matizado por ideas netamente positivistas. Si se habla de aspectos técnicos (sería lo correcto) pero es importante recordar que no pueden estar aislados y deben ser complementarios. Medicina abarca ciencia y arte. No se

puede construir o hacer ciencia sin antes comprender los fenómenos que ocurren desde la vivencia de los seres afectados. Lo correcto sería asumirla como conjunto de principios técnicos, científicos y humanos que permiten a un ser vivo obtener el equilibrio biopsicosocial.

Cuadro 5
Percepción Social de la Relación CTSI

Indicadores	% Favorable
Ciencia y Tecnología como formas de pensamiento independiente	63,7
La Ciencia y la Tecnología afectan la Sociedad	36,4
La Sociedad interviene la Ciencia y la Tecnología del País	90,3
La Ciencia y la Tecnología se originan Independientemente	45,5
Grado de Participación Ciudadana en las Políticas de Ciencia y Tecnología	63,7
Los Ciudadanos deben participar en las Políticas de Ciencia y Tecnología	100
Difusión del Enfoque CTS en sus Estudios Académicos	36,4
Conocimiento del Enfoque CTS	36,4
Vigencia del Enfoque CTS	90,4
Promedio	51,4

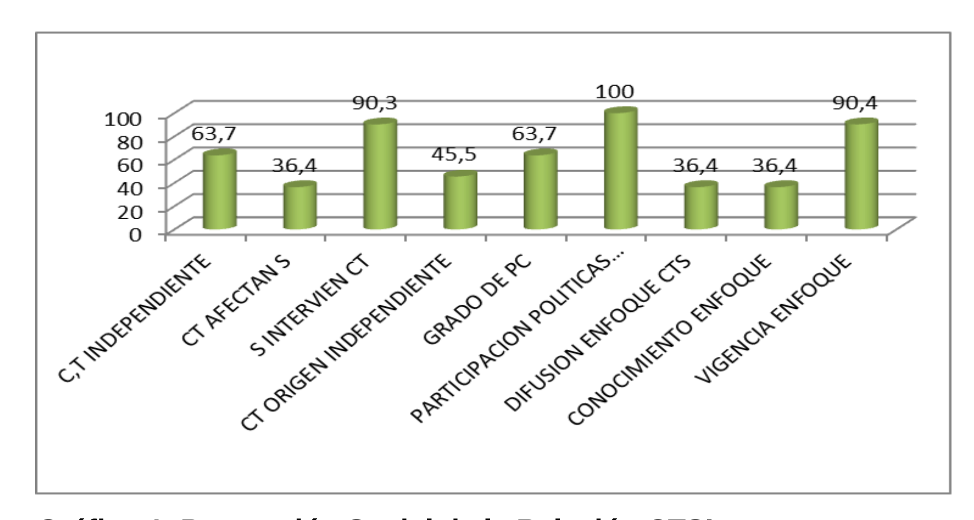


Gráfico 1. Percepción Social de la Relación CTSI

El promedio favorable obtenido (51,4%) evidencia que es insuficiente el porcentaje de encuestados que manejan la relación CTSI. A pesar que el 100% consideran que los ciudadanos deben participar en la políticas de ciencia y tecnología y que según el 90,9% los estudios de CTSI son vigentes en la actualidad. Solo el 36,4% creen conocer o tienen conocimiento de la relación CTSI, lo que se confirman en las preguntas de final abierto cuando un importante grupo señala que "es la utilización de la ciencia y la tecnología en beneficio de los grupos sociales o mejorar la vida y la evolución de las sociedades".

Es visible en estos resultados, que a pesar de todos los movimientos que se han generando en el mundo acerca de la creciente crítica y de cautela hacia la ciencia y la tecnología, no ha generado el impacto deseado. Al respecto Lopez Cerezo(2003) refiere que a pesar que la protesta social contra la tecnología es hoy viabilizada a través y en gran parte por ONGs, las nuevas tecnologías como la biotecnología, las tecnologías médicas o las tecnologías informáticas, ocupan hoy el centro de atención pública respecto a los riesgos y peligros potenciales de los productos científicos y tecnológicos.

Sagan(1997) en tal sentido, decía que el analfabetismo científico en gran parte de los estractos sociales, asì como "un enorme y creciente desconocimiento de lo que hace y persigue la ciencia por parte del grueso de nuestra sociedad…es una mezcla explosiva que es altamente peligrosa e incoveniente"(p.10).

La realidad del impacto de los estudios CTS en la educación en el país es insuficiente, ya que solo es visible en los programas de ciencias en el nivel de educación media general y en los planes de estudio de algunas carreras universitarias del área de las Ingenierías o de Ciencias de la Salud. Así un diagnòstico realizado en las Universidad Bicentenaria de Aragua se encontró que en todas las carreras ven en el componente básico una asignatura denominada Problemática Científica y Tecnológica. Igualmente, la asignatura Legislación Ambiental en las carreras de Ingeniería y de Derecho, que pudieran estar fundamentadas en la perspectiva de CTS.

No obstante, el diagnóstico de la realidad de los estudios CTS en los programas de postgrado en Educación en la Universidad, caso de estudio, permitió revisar los planes de estudio de un Programa de Especialización, tres Maestrías y uno de Doctorado y se raealizaron entrevistas a diez profesores, dos de cada programa.

Los hallazgos encontrados con ambas fuentes muestran que no hay asignaturas que evidencien el enfoque en ninguno de los planes de estudio revisado. Igualmente, sólo dos de los docentes manifestaron algún conocimiento CTS, asociado a que son profesores del área de ciencias duras .

IV. TRANSCOMPLEJIDAD Y LOS ESTUDIOS CTSI

Los estudios CTSI se iniciaron por la emergencia de nuevas perspectivas analítica acerca de la ciencia como fenómeno social provenientes de la sociología de la ciencia, los análisis socio-històricos de la tecnologìa, la economía de las innovaciones y estudios de políticas cientìficas. Estos esfuerzos dieron lugar a la producción de un importante volumen de conocimientos especializados que permitieron conocer mejor los factores sociales, culturales y econòmicos que conforman la ciencia y la tecnologìa. Asì mismo han puesto de relevancia el carácter complejo de la dinámica del conocimiento en la sociedad.

Por otra parte, Silva (2017) señala que hay cada vez màs una demanda creciente de investigaciones colaborativas para la comprensión màs completa del fenómeno, en este caso de la tecnociencia, lo què sòlo será posible mediante la conjunción de distintas perspectivas. En tal sentido, el abordaje transdisciplinario supone la congregación de distintas disciplinas en torno al problema.

Por otra parte, y en forma paralela, quien escribe en colaboraciòn con un grupo de investigadores agrupados en una red de investigadores, viene trabajando desde el año 2005, en una nueva cosmovisión investigativa de complementariedad que deviene de la conjunción de los aportes del pensamiento complejo y la transdisciplinariedad que hemos denominado investigación transcompleja (Villegas y col, 2006). La transcomplejidad como forma de pensar según Zaa (2015) permite crear espacios de reflexión como intento de conformación de novedosos y variados pasajes cognitivos que contribuyen a la construcción de inéditos e inexplorados caminos del conocimiento humano.

Así la transcomplejidad es una forma de ver, percibir, acercarse, construir y desconstruir la realidad social desde diferentes perspectivas, enfoques y métodos. Es integración de saberes, comunicación entre conocimiento científico, saber popular y reflexión filosófica. Se corresponde con la experiencia, la afectividad y la creatividad. Por su parte, Lanz (2001) plantea la transcomplejidad como una mirada

enriquecida por la movilidad de los puntos de observación, por la flexibilidad de los instrumentos metodológicos, por la ductibilidad de las estrategias cognitivas" (p.25).

La transcomplejidad es, entonces, una nueva forma de pensar con nuevos esquemas cognitivos que proyecten hacia nuevos caminos, con miras a la autotransformación de la sociedad. Es una actitud transvisionaria, abierta, flexible, con capacidad comunicacional y competencia para trabajar en equipo, que incluye alto nivel de creatividad para emplear recursos tecnológicos.

Pensamiento Transcomplejo

En la Universidad Bicentenaria de Aragua autores como Villegas, Schavino y col (2006) asumen la transcomplejidad como una cosmovisión de complementariedad paradigmática y metodológica, que propugna la adopción de una posición abierta, flexible, inacabada, integral, sistémica y multivariada. Es un proceso bio-afectivo-cognitivo, pero también socio-cultural-institucional-político de producción de conocimientos.

Se enfatiza el momento relacional, de articulación, de coproducción conjunta de la realidad. Considera la producción de conocimientos desde la base emocional-intuitiva al lado de la lógica racional. Todo al mismo tiempo en la unidad y multiplicidad. De acuerdo a Najmanovich (2005) el desarrollo de esta nueva forma de pensamiento, plantea que:

> …no creemos que haya un solo camino para pensar, explorar, inventar…, conocer…podemos todavía desplegar infinidades de dispositivos, construir caminos, sendas y autopistas, elegir a campo traviesa o entre matorrales, preferir el bosque a la ruta. Renunciar al método no implica caer al abismo del sinsentido, sino abrirse a la multiplicidad de significados (s/p).

En este sentido, cada cual, desde su propia disciplina, en su quehacer, cotidiano encuentra el modo de hacer jugar el pensamiento transcomplejo para edificar una tecnociencia como práctica de innovación social.

Las premisas epistemológicas de la transcomplejidad, a juicio de Schavino (2009) son la complementariedad paradigmática, la sinergética relacional,

reflexividad, la dialógica recursiva y la integralidad. En correspondencia, las premisas metodológicas para quien escribe (Villegas, 2012), son: la complementariedad metodológica, el trabajo en equipo (intercolaboración), la reflexión-acción, el diálogo transdisciplinario y un nuevo lenguaje.

La vía de aproximación posible requiere, entonces, la apertura hacia otros puntos de vista, a la vez que es un compromiso hacia innovación colectiva. Más importante aún, la producción de conocimientos desde esta visión implica la intercolaboración. Esta debe ser una condición sine qua non de la transcomplejidad, donde el grupo a través de su práctica y su experiencia inicie su propia construcción de la tecnociencia.

Esto permite la integración de los conocimientos de las diferentes disciplinas, donde los miembros del equipo no actúen desde su respectiva disciplina, sino que poco a poco empiecen a fundirse y a tratar aprender el uno del otro, integrándose como un equipo transdisciplinario, donde exista un diálogo continuo entre todas las personas que están participando. Un aspecto fundamental del enfoque es que durante todo el proceso la reflexión-acción del equipo debe ser el eje que transcienda la complementariedad.

El diálogo como expresión transversal de diferentes puntos de vista, debe propiciar el intercambio subjetivo como expresión de acuerdo, desacuerdos, crítica y autocrítica en el encuentro con la realidad. Este diálogo se da desde dos puntos de vista: diálogo transdisciplinario, en este caso el conocimiento traspasa lo disciplinar y se evidencia en una nueva forma de pensar, percibir y analizar la realidad histórico-social, así como el papel del conocer y del conocimiento en la transformación. Diálogo de saberes, que incorpora la diversidad de punto de vista, en el que convergen acuerdos y contradicciones.

El nuevo lenguaje una premisa fundamental por el hecho que es la única forma en que los seres humanos establecen el diálogo. El lenguaje tiene la función de permitir ampliar el horizonte comprensivo, de abrir sendas por la que debe guiarse

el sentido que del mundo se tiene. Aquí es importante considerar que la forma del hombre de acercarse a la realidad y de producir conocimiento es fundamentalmente lingüística. De ahí que según Najmanovich (ob cit):

> …la manera en que usamos el lenguaje habitualmente trae embebida la perspectiva conceptual identitarias. Se trata entonces de generar un territorio capaz de rebasar sus propios límites para dar cuenta de otras posibilidades conceptuales…implica abrirnos a una nueva sensibilidad (p.71).

De acuerdo a Echeverría (1996) el lenguaje es generativo en tanto crea realidades, hace que sucedan cosas. El lenguaje es acción, el equipo de investigadores mediante su interpretación de la realidad tiene la facultad de abrir o cerrar posibilidades de acción en la vida misma, es decir, de transformar la realidad

Nos re-creamos en el lenguaje, pero también a partir de los compromisos que surge en el momento en que identificamos las acciones comprometidas en el hablar. Por ello es necesario construir un nuevo lenguaje que permita incluir una nueva forma de pensar la sociedad la ciencia, la tecnología y la innovación. La transcomplejidad también puede ser asumida como actitud que reconoce la existencia de una pluralidad de aproximaciones que habían sido relegadas como lo cotidiano, lo imaginario, el arte, entre otros.

Surge, entonces, según Villegas (2012) una nueva ciencia transcompleja que pretende conocer la realidad a partir de redes e interrelaciones, donde no hay separación entre pensamiento y acción, la creación de conocimientos y su validación se convierte en un proceso interdependiente. Es una ciencia de múltiples epistemes: descripción, explicación multicausal, comprensión, acción y transformación.

Perspectiva Transcompleja CTSI

De acuerdo a lo planteado, una perspectiva transcompleja de la relación CTSI se asume como una entidad compleja y transdiscioplinaria. Lo que significa que estas áreas (ciencia, tecnología, sociedad e innovaciòn), las disciplinas asociadas

y las problemáticas que las componen, están tejidas en conjunto. Desde este punto de vista, la transcomplejidad es planteada por Villegas (2012) como forma de situarse en el mundo, pensar y actuar que orienten el conocimiento tecno-científico y sus innovaciones, así como la identificación de criterios para posicionarse y transformarlos.

Esta cosmovisión propone, entonces, entretejer las disciplinas para abordar en conjunto las problemáticas que componen la realidad, en este caso asociada a la relación CTSI. El tejido que se genera entre las problemáticas sociales, ambientales y humanas puede plantear una visiòn transcompleja, lo que permite relacionar el conocimiento de cada disciplina con el conocimiento de todas y viceversa, mediante un proceso de complementariedad.

Según la tradición, correspondia a la sociología de la ciencia dedicarse a tipificar los conocimientos socialmente relevante, analizar los orígenes y funciones de los tipos sociales de conocimientos, analizar los problemas de organización y distribución del conocimiento tecnocientífico y estudiar el avance de las instituciones dedicadas a su desarrollo. Pero al afirmar que la tecnociencia es un hecho social, otras disciplinas parecen tener un vìnculo màs estrecho con los estudios CTSI. Al respecto Medina(2000) señala que:

> …el enfoque cultural integrado del estudio de la tecnociencia proporciona una base decisiva màs adecuada que las concepciones representacionales de la filodofìa analìtica o la puramente sociológica de la ciencia y la tecnologia, no sòlo por interpretar e investigar integralmente la constitución y la dinàmica de los sistemas, las innovaciones y las transformaciones tecnocientíficas…A partir de dicha base interpretativa , es posible abordar de una forma mucha màs clarificadora las complejas cuestiones y problemas de valoración e intervención que plantean los impactos, las crisis y las controversias derivadas de los procesos de tecnocientificaciòn (p.13).

En este contexto, la transcomplejidad puede considerarse una visión de integralidad que permite abordar la pràctica tecnocientifica desde una perspectiva plural. En este sentido, requiere el aporte de diversas disciplinas, en la cual la

filosofìa según Silva (2016) debe aproximarse a las otras disciplinas para lograr una "perspectiva original en el estudio de la ciencia…"(P.6).

En este sentido, se debe apostar a un análisis integral de la actividad tecnocientifica, reconocer como valiosos los diversos estudios acerca de la ciencia.

Ahora la atención no esta sólo atravesada por valores epistémicos sino también por valores sociales, políticos y económicos, entre otros. Pero, realizar un análisis comprehensivo de la actividad científica y el modo en que estos factores influyen, obliga a cualquier disciplina interesada en ello. Esto supone un abordaje transdisciplinar, lo que implica que las fuentes y metodologías empleadas para resolver un problema es resultado de la mixtura de los aportes de todos los especialistas. De acuerdo a Silva(2016)" Esto supone que la metodología y andamiaje teórico estará dado por el problema que vincula a los especialistas y no por la disciplina dando como resultado una nueva forma de solucionar el problema" (p.3). En tal sentido, este abordaje estimula la congruencia y el dialogo entre expertos de distintas disciplinas, permitiendo una visiòn comprehensiva de una realidad compleja tal como la tecnociencia.

Tales programas se inscriben en un conjunto de disciplinas académicas, como la filosofía, el derecho y las ciencias políticas, sociología, ingenería, antropología, psicología, historia y las tecnologìas de la informaciòn y comunicación, entre otras, lo planteado se muestra en la figura 14 seguidamente.

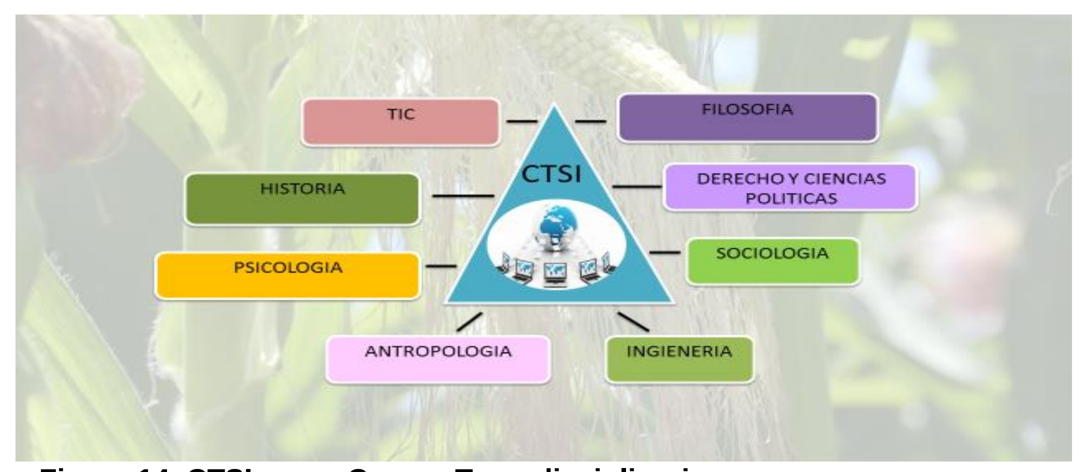


Figura 14. CTSI como Campo Transdisciplinario

En tal sentido, la noción ciencia, tecnología, sociedad e innovación es un campo de conocimiento transdisciplinar, ya que según Osorio (2010) se esta frente a una gran diversidad de programas de investigación, educación científica y gestión de la ciencia, que comparten la preocupación por las relaciones entre los cuatro ámbitos en cuestión.

Así una mirada transcompleja de los estudios de CTSI implica necesariamente los aportes de las ciencias naturales con sus métodos cuantitativos, en debate con las ciencias sociales y los métodos cualitativos; así como las ciencias del espíritu, con sus métodos dialècticos; en el entendido que los beneficios y/o peligros que pueden ocasionar la ciencia y la tecnología es responsabilidad de todos, por lo que se requiere el trabajo de equipos transdisciplinarios que consideren los contextos socio políticos, así como la diversidad y complejidad de la relación ciencia, tecnología, sociedad e innovaciòn, tal como se muestra en la figura 15.



Figura 15. Mirada Transcompleja de la CTSI

En correspondencia la perspectiva transcompleja de la tecnociencia que se propone se ancla en los aportes de las ciencias jurídicas, psicología, ciencias de la salud, ingienería y educación. En este modelo concebido como un proceso recursivo, la motivación para la busqueda del conocimiento científico la puede aportar la educación. En cuanto a la tecnología, el estudio de la motivación para la

búsqueda de la satisfacción de las necesidades, mediante la ingieneria, entre otras disciplina, se puede hacer desde la psicológia.

El deseo de conocimiento se satisface con la realización de la actividad científica, particularmente la investigación que va a generar como producto nuevos conocimientos mediante o desde disciplinas como la fìsica, la biología y la medicina, entre otras. Pero también se pueden producir conocimientos desde la psicología, la educación, el derecho u otras ciencias.

Por su parte, en la búsqueda de satisfacer sus necesidades el hombre puede desde la actividad tecnológica dar origen a desarrollos e innovaciones tecnológicas; cuyos productos serán métodos, procesos, bienes y servicios, haciendo sus aportes el Derecho que contribuye al logro de las patentes y registros. Igualmente, con la elaboración y establecimiento de políticas de ciencias y tecnología.

Todo lo cual no ocurre de manera lineal sino que pueden darse en diferentes direcciones y los aportes de las diferentes disciplinas tampoco ocurren en un solo sector del sistema, pero se plantea así a los fines didácticos. Lo planteado impacta a la sociedad y obviamente a la ciencia, la tecnología y la innovación de manera recursiva. En tal sentido, la educación y la psicología también pueden contribuir a mejorar la percepción pública de la tecnociencia, la cultura científica y la participación ciudadana.

Así las diferentes disciplinas mediante el trabajo multi inter y transdisciplinario producen desarrollo social y tecnológico. Utilizan el conocimiento científico y los saberes populares, para el diseño y aplicaciones originando innovaciones y productos, donde se manifiesta la creatividad del hombre, dando como resultado: conocer porque ocurren los fenómenos y como generar soluciones. Lo planteado se muestra en la figura 16, a continuación.

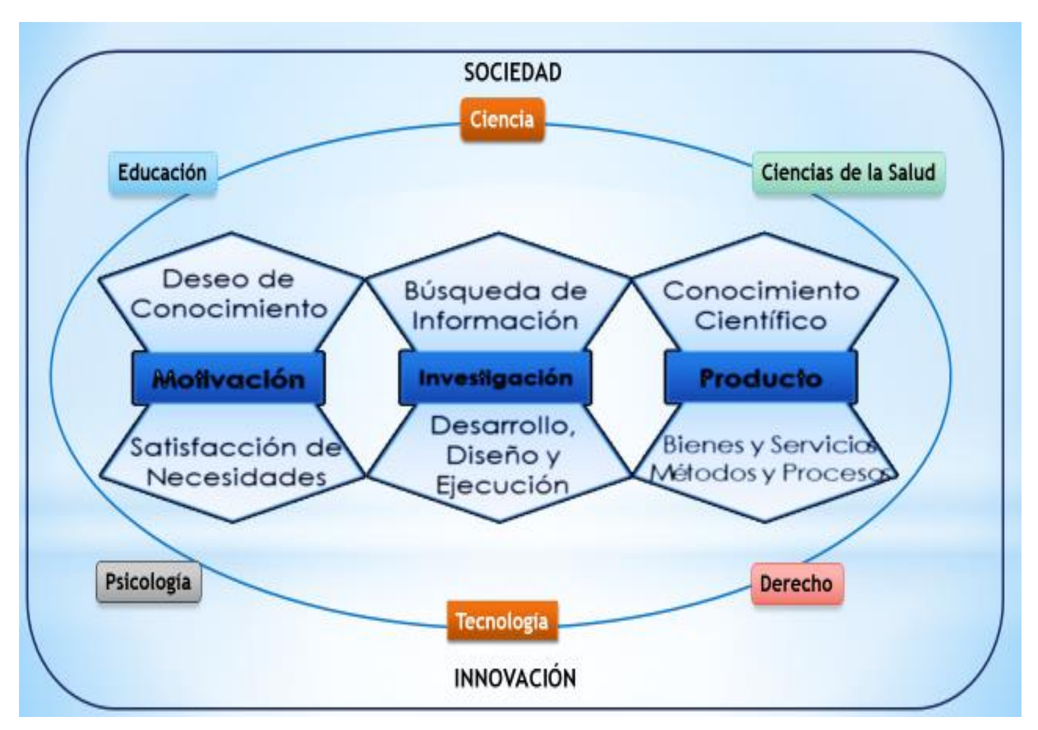


Figura 16. Perspectiva Transcompleja de la Tecnociencia

La perspectiva planteada debería contribuir con una nueva y más amplia comprensión de la dimensión social de la tecnociencia y sus aportes a la innovaciòn. Desde este punto de vista, CTSI es el nombre de una línea de trabajo académico e investigativo, cuyo objetivo es preguntarse por la naturaleza social del conocimiento tecnocientífico, innovativo y sus incidencias en los diferentes ámbitos económicos,sociales, ambientales y culturales de la sociedad. Agrupa posiciones cientificistas, sociocentristas, situadas e historizadas.

V. EDUCACIÓN E INVESTIGACIÓN TECNOCIENTIFICA

Una parte muy importante de los investigadores CTSI tienen una formación de base en ciencias naturales o en ingienerìas, lo que genera un indudable prejuicio por parte de la comunidad de ciencias sociales. Al respecto, Kreimer(2017) señala que "prevalece en líneas general un importante grado de indiferencia, ignorancia y aùn de resistencia" (p.39). Más grave aún cuando se evidencia la ausencia en estos estudios, de los profesores con formación para la docencia. De acuerdo al citado autor y ya lo había dicho Latour(1991):

> …el estudio de las cuestiones tecnocientíficas no se puede restringir solo a considerar estas cuestiones en forma separada, ya que el movimiento es doble: por un lado, todas las controversias…tecnocientíficas, todos los desarrollos científicos son, en realidad…desarrollos socio-tècnicos y, a pesar de las muchas diferencias en los abordajes, este es un punto común de acuerdo. El otro lado…es aquel que implicarìa que el resto de las ciencias sociales no deberían ignorar, por lo tanto, a los desarrollos tecno-cientificos como sì estos fueran producidos bajo normas de objetividad, neutralidad y racionalidad, sino que el estudio de cualquier … objeto social deberia incluir la consideración de esas otras dinámicas, también sociales…(p.17).

Desde esta perspectiva, la educaciòn debería contribuir según Gonzáles y López (1996) con una nueva y más amplia percepción de la ciencia y tecnología con el propósito de formar una ciudadanía alfabetizada científica y tecnológicamente. De acuerdo a López Cerezo (1998) los estudios CTSI se han desarrollado como una opción a la reflexión tradicional en filosofía y sociología de la ciencia iniciando un nuevo enfoque socialmente contextualizado de la actividad científica.

En tal sentido, es evidente se requieren propuestas educativas que faciliten la comprensión y la participación de la ciencia y la tecnología, desde su dinámica de producción, de forma que la sociedad se apropie del contenido y evolución del conocimiento, que transciendan el reduccionismo de un único método de abordaje de la realidad, que permitan transitar concepciones instrumentalistas de la tecnología.

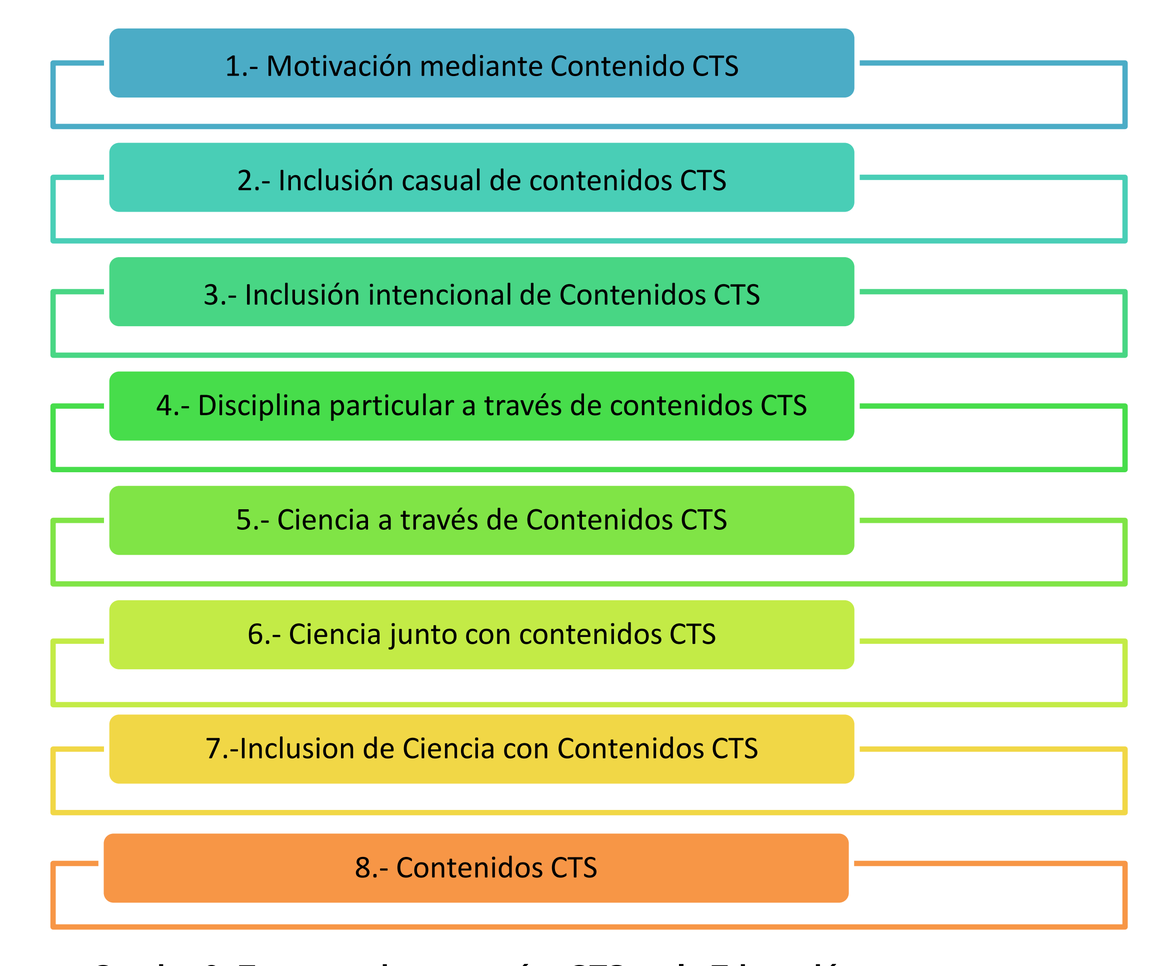
Nuevas visiones que asuman la ciencia como una forma de pensar, como una cosmovisión. Una manera de interpretar los fenómenos de la naturaleza. Donde no se perciba la tecnología como producto de la ciencia, sino como lo que es, otra forma de conocimiento tan antiguo como la humanidad. Que consideren la ciencia y la tecnología como dos vertientes de conocimiento, producto de la creatividad del hombre.

No obstante, la tecnología y la ciencia están estrechamente ligadas y comparten procesos de construcción de conocimientos. A menudo una situación tiene aspectos tecnológicos y científicos, la búsqueda de respuesta en el mundo natural induce al desarrollo de productos tecnológicos y las necesidades tecnológicas requieren de investigación científica.

Es así como los desarrollos tecnocientíficos han ido transformando la vida social incluso individual del ser humano, hasta conformar un entorno nuevo, no sólo en lo relativo a las condiciones materiales de la vida, sino también en los valores y creencias compartidos, esto es la cultura. La toma de conciencia de los enormes beneficios que pueden derivarse de los adelantos científicos e innovaciones tecnológicas ha planteado al Estado la necesidad de planificar, organizar y financiarlo. Por su parte, la educación universitaria representa una gran potencialidad para los estudios CTSI.

Educación Tecnocientífica

El propósito de la educación CTSI es la formación de ciudadanos críticos y activos, capaces de participación conscientes en las complejas controversias sobre las implicaciones y las repercursiones sociales de la tecnociencia. Como un avance en este aspecto Aikenhead (2005) plantea ocho categorías de CTS en el currículo educativo: motivación mediante contenido CTS, inclusión casual de contenidos CTS, inclusión intencional de contenido CTS, disciplina particular mediante contenido CTS, ciencia junto con contenido CTS, inclusión de ciencia en contenido CTS y contenido CTS, tal como se muestra en el cuadro 6, a continuación.



Cuadro 6 Espectro de categorías CTS en la Educación

En el cuadro anterior se puede observar la inclusiòn CTS en el curriculo de manera progresiva. de acuerdo a este autor la primera categoría representa la más baja prioridad de contenido CTS, mientras que la última categoría representa las más alta prioridad. Otro cambio se da entre la tercera categoría representada por la disciplina a la cuarta categoría definida por el asunto tecnológico y social. La ciencia interdisciplinaria se inicia en la quinta categoría.

Es aquí donde se requiere una visión transcompleja de la educación universitaria CTS, lo que implicaría a su vez una revisión filosófica, epistemológica, axiológica, pedagógica y didáctica con miras a lograr una tecnociencia socialmente comprometida. Una educación que considera la complementariedad de criterios en

relación con las temáticas CTSI, naturaleza y cultura, la distinción epistemológica ciencias naturales y sociales, la distinción tecnologías materiales y sociales, innovaciones, entorno (incorporando valores) y las personas (con sus controversias valorativas de naturaleza esencialmente ética.



Figura 17. Propuesta Educativa desde la Complementariedad

Un contexto educativo complejo como el planteado, que implica la emergencia de saberes integrados e intervinculados recíprocamente, requiere de procesos inter, multi y transdisciplinario. Mancipas (2006) concibe la transdisciplinariedad como una visión del mundo que busca ubicar la humanidad en el centro de la reflexión y desarrollar una concepción integradora del conocimiento.

Considerando que el hombre es un ser físico, biológico, antropológico, psicológico, sociológico y espiritua, que sólo puede estudiarse bajo nuevas formas de percepciones y valoraciones, mediante la transdisciplinariedad que responde a un hecho esencial, la realidad integradora, que obliga a valorar los fenómenos interconectados.

En este aspecto son fundamentales tres premisas básicas de la transcomplejidad como nueva forma de pensar la educación, siendo estas: el trabajo en equipo, la reflexión y la reflexividad. Al respecto he venido planteando que no es

posible la transcomplejidad desde visiones individuales(Villegas y col (2011). La producción de conocimientos debe ser en equipo. Esto permite la interrelación de los conocimientos de las diferentes disciplinas. Aspecto en lo cual coincide Gierbolini (2008) al señalar que:

> … nos obliga fraguar equipos de trabajo que de modo cooperativo y en alianzas produzcan conocimiento. Implica la inclusión de participantes dentro y fuera de los muros universitarios, dentro y fuera de las disciplinas. El conocimiento y poder se reacomodan para compartir la autoría y rendimientos de cuentas del conocimiento producido (p.12).

El equipo de docentes debe combinar la experiencia de diferentes disciplinas, o con diferentes experiencias laborales. Es necesario que la constitución de los miembros y sus roles sean variables. De manera semejante, la posición de liderazgo la pueden llenar diferentes expertos, dependiendo de la experiencia especifica requerida por un proyecto dado. Es básica la cooperación y el compromiso de los miembros del equipo, así como relaciones de confianza y de apoyo mutuo.

Una visión transcompleja de la educación CTSI involucra un proceso de reflexión- acción. Reflexión en este caso significa auto confrontación básica para modificar la práctica. Flores y Tonantzin (2006) plantean que "…el pensamiento reflexivo implica la consideración activa, persistente y cuidadosa de cualquier creencia o práctica tomando en cuenta las razones que la sostienen y las consecuencias que puede tener a futuro" (p.1). Debe ser permanentemente suscrita a una acción crítica. Por su parte, la reflexividad para Schavino y Villegas (2010) es un proceso complejo de deliberación del pensamiento sobre la interpretación de una experiencia para poder aprender de esta.

Es una alternativa a los modelos lineales de análisis de la sociedad. Dicha práctica promueve repensar el quehacer, mirarse y ser mirado mediante los temas de estudio y ser intervenido por los autores teóricos y la realidad misma.

Meneses (2008) señala que es un proceso consciente, que surge en respuesta a la experiencia y con un propósito definido. La visión transcompleja debe llevarse en un diálogo con otros, en el grupo según Villegas (2009). La reflexividad ofrece oportunidades para la innovación ya que implica que el equipo está continuamente revisando su propia realidad y elaborando planes para cambiarla. González (2008) plantea tres elementos nucleares de la reflexibilidad grupal: reflexión, planificación y acción, así el trabajo en equipo divide el esfuerzo y multiplica el efecto.

Desde este punto de vista, la educación CTSI debe, necesariamente, incorporar los aportes de las tecnologías inalámbricas y virtuales porque entre otras ventajas las redes telemáticas ofrecen la oportunidad de poder trabajar con una gran variedad de personas a veces lejanas a nivel espacio-temporal. La fundamentación de la educación CTSI implica comprensión de la ciencia como forma de pensar, transitar la concepción instrumentalista de la tecnología; así como concientizar el impacto social de la ciencia y la tecnologia, como se muestra en la figura 18, a continuación.

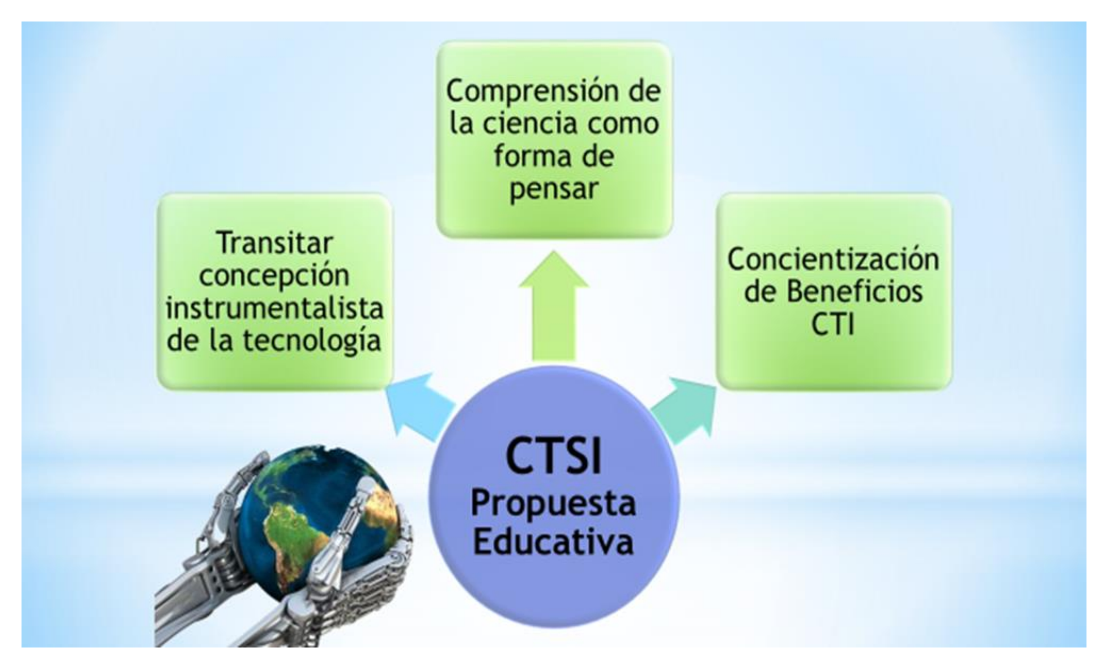


Figura 18. Fundamentos de la Propuesta Educativa

La propuesta educativa CTSI que se plantea, facilita la comprensión y la participación de la tecnociencia, desde su dinámica de producción, de forma que la sociedad se apropie crìticamente de los nuevos conocimiento y de las innovaciones generadas en correspondencia. Como construcciones que transciendan el reduccionismo de un único método de abordaje de la realidad que permitan transitar concepciones instrumentalistas de la ciencia y la tecnología.

En estas propuesta educativa se asume la ciencia y la tecnologìa como formas de pensar paralelas. Basalla (1991) plantea que la tecnología es más antigua que la ciencia, por lo que se les debe asumir como dos vertientes de conocimiento producto de la creatividad del hombre. De acuerdo al National Research Council (1996) la ciencia y la tecnología se diferencian en su propósito. No obstante, están estrechamente ligadas y comparten procesos de construcción de conocimientos.

Los desarrollos tecnocientíficos han ido transformando la vida social incluso individual del ser humano, hasta conformar un entorno nuevo, no sólo en lo relativo a las condiciones materiales de la vida, sino también en los valores y creencias compartidos, esto es en la cultura. En consecuencia, se ido abriendo una vía aunque lenta, a la valoración crítica de sus aportes. Esto conlleva el derecho de los ciudadanos a participar directa o indirectamente en las decisiones que orientan los desarrollos de ciencia y tecnología. De ahí la necesidad de un aprendizaje social que permita que el desarrollo tecnocientifico se adapte a las necesidades socialñes y no amenace la viabilidad ecológica.



Figura 19. Propuesta Educativa desde el Aprendizaje Social

Fuck, Korbes e Invernizzi (2012) plantean que los estudios de CTSI no pueden limitarse a las carreras mas directamente relacionadas con temas de ciencia y tecnología, tales como ciencias naturales e ingeniería; sino que también deben ser contemplados en las carreras del área de humanidades, ciencias sociales y jurídicas, entre otras, dada la importancia del cambio científico y tecnológico en la cotidianeidad y las implicaciones que estos cambios tienen en la sociedad.

López Cerezo (1998), a partir de la revisión de la literatura, presenta tres tipos de currículo CTS en la educación: (a) como un anexo al plan de estudio, o sea la inclusión de un curso tradicional de CTS, opcional u obligatorio; (b) como un anexo a las asignaturas y (c) como complemento de los temas tradicionales de la educación científica, lo que implicaría reconstruir los contenidos de educación de la ciencia y tecnología mediante la óptica CTSI. Según el autor estos tipos no son excluyentes.

Considerando estos elementos se hace la propuesta curricular transcompleja para incorporar los estudios CTSI, que se estructura en cuatro aspectos: plan de estudio, didáctica, docentes y estudiantes, que se representa en la figura 20, a continuación.

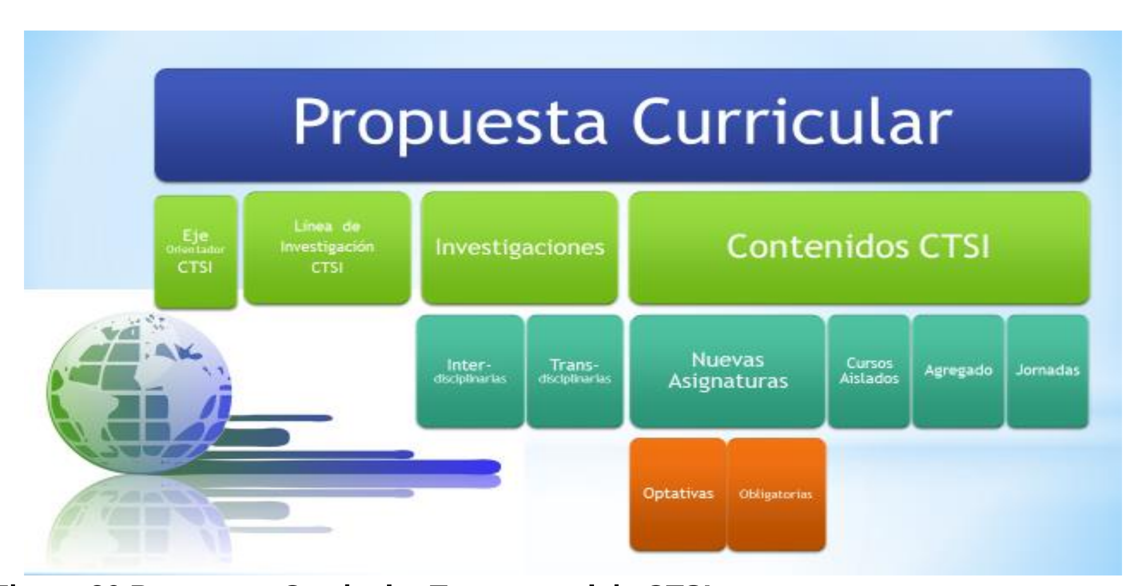


Figura 20.Propuesta Curricular Transcompleja CTSI

En relación al **plan de estudios** se propone incorporar un eje transversal con contenido temático tipo CTSI, que de prioridad a los contenidos actitudinales (cognitivos, afectivos y valorativos) y axiológicos (valores y normas); que oriente la transformación al propiciar la concientización de las implicaciones de la tecnociencia. Al respecto, según Fourez (1997) la inclusion de la ética constituye un nuevo planteamiento radical del currículo, con la finalidad de dar una formación en valores que favorezcan la participación ciudadana responsable en la evaluación de las implicaciones sociales de la tecnociencia.

Para lo cual se requiere una estructuración que se pueda llevar a cabo en todas las asignaturas, solo en algunas aisladas, por medio de cursos electivos, multidisciplinares ocasionales, incluso mediante investigaciones en el marco de una línea de investigación de CTSI. Todo lo cual puede iniciarse de manera simultánea o en etapas. Las unidades curriculares, bien sea integrada en programas ya establecidos o bien estructurado como cursos independiente electivo u obligatorio, contemplan según Waks citado en Medina y Sanmarti (1990) cinco fases que se muestran en una propuesta metodològica en la figura 21, a continuación.



Figura 21. Propuesta Metodologica CTSI

Fuente: Elaborado por Villegas (2013) con base a Waks (1990).

Esto a su vez implica según Rodríguez y col (2007) la determinación e inclusión de rasgos CTSI en el perfil profesional de los estudiantes universitarios, como principios básicos de la formación integral.

Didáctica CTSI

En cuanto a la didáctica según García y col (2001) la promoción de los estudios CTSI implica la aplicación de estrategias didácticas propias de la complementariedad metodológica. La idea es la promoción de una actitud reflexiva, crítica y creativa en la perspectiva de construir colectivamente los espacios de aprendizaje tecnocientificos. Se trata más que de manejar información, de articular conocimientos, argumentos y contra-argumentos sobre la base de problemas compartidos relacionados con las implicaciones del desarrollo científico-tecnológico. Lo planteado se puede hacer mediante:

- Discusión de temas relacionados o el análisis de casos donde se evidencie grandes impactos tanto favorables y/o desfavorables de la ciencia, la tecnología y la innovación para la sociedad.

- Seminarios participativos que se organizan sobre trabajos en equipo para formular argumentadas sobre temas o problemas de CTSI.

- Ensayos críticos. Son textos cortos que elaboran los estudiantes, estableciendo posturas documentadas y reflexivas frente al tema de las relaciones entre ciencia, tecnología, innovaciòn y la sociedad.



Figura 22. Propuesta Didáctica CTSI

El Docente CTSI

El docente en el enfoque CTSI no solo tiene que comunicar a los estudiantes los objetivos que pretende alcanzar, sino que todos han de esforzarse personalmente para lograrlos. El docente debe predicar con el ejemplo, juega un papel de apoyo fundamental al proporcionar materiales conceptuales y empíricos a los estudiantes, para la construcción de puentes argumentativos. También debe promover mayor actividad y autonomía de los estudiantes. López Cerezo (1998) plantea que:

> … involucra entonces el abandono del papel del profesor como meta experto por un lado, y el estímulo de la participación crítica y creativa de los estudiantes en la organización y desarrollo de la docencia, por otro. La actitud crítica y participativa debería entonces ser reflexiva y alcanzar a la propia metodología docente y a las técnicas didácticas (p.55).

Por otra parte, debe favorecer el trabajo en equipo donde el docente y los estudiantes participen comprometidamente con base a una actitud reflexiva. Desde este punto de vista, los estudiantes lograran una construcción colectiva, con el apoyo del docente, en espacios de aprendizaje críticos y creativos, donde se articulen conocimientos, argumentos, contra-argumentos, con fundamento en el análisis de casos, seminarios participativos y ensayos críticos.

Investigación Tecnocientífica

En correspondencia la práctica educativa se requiere una investigación tecnocientifica, campo que según Aibas (1996) tiene como su principal rasgo el de acometer los estudios de la ciencia, la tecnología y la innovación como fenómenos que tienen lugar en un contexto social y no en un terreno aislado o independiente de la sociedad. Los estudios CTSI se han desarrollado como un nuevo enfoque socialmente contextualizado de la actividad investigativa. Estos cambios tienen por propósito acercar las culturas humanísticas y la científica-tecnológica, separadas

tradicionalmente, promoviendo el pensamiento crítico y la independencia intelectual al servicio de la sociedad.

Al respecto, quien escribe (Villegas, 2013) considera que una investigación basada en el enfoque CTSI, debe realizar trabajos se campo que permitan la formulación de polìticas públicas tecnológicas, científicas y ambientales; análisis social, político y económico de ciencia y tecnología, así como las decisiones acerca de la tecnología nuclear, con sus controversias valorativas de naturaleza esencialmente ética y política.



Figura 23. Propuesta Investigativa Tecnocientifica

Una investigación como la planteada, que implica la emergencia de saberes integrados e intervinculados recíprocamente, requiere de estudios de casos de interés nacional y transnacionales. Igualmente, el desarrollo de investigaciones en CTS endógena, asì como programas e iniciativas institucionales.



Figura 24. Propuesta Investigativa CTSI

Pueden plantearse, igualmente, investigaciones en cuestiones éticas, historica, aspectos humanos y desarrollo económico y social de ciencia, la tecnología y la innovación y su impacto social.

De acuerdo a Arellano y col (2014) algunos temas que se deben considerar y que muestran rezago temporal en América Latina en consideración con las agendas de América del Norte y Europa son tecnologías para la inclusión social, transgénicos, cuestiones ambientales, cambio climático, relaciones centro-periferia en la investigación cientifica, propiedad del conocimiento, comunicación pública de la ciencia, educación CTS, análisis de nuevos campos neuro, nano, bio, tic, entre otros.



Figura 25.CTSI Propuesta Investigativa

Otros campos cruce CTSI que se deben considerar, según los mismos autores, son ciencias política, artes, controversias socio-tècno-cientìficas, análisis de riesgo, catástrofe,estudio de cambio en las estructiçuras disciplinarias y de saberes. Asi como las implicaciones de los cambios tecnocientíficos y el desarrollo de soluciones más justas y equitativas frente a los desafíos del mundo en transformación.

Específicamente, para Vessuri(2017) en la fase actual los estudios CTS tienen por delante un conjunto de temas a investigar que suponen varios elementos de novedad. Entre estos el estudio de la proliferación de nuevos actores: ONG, thinks, brokers de nuevo cuño, nuevas formas de financiamiento, estilos y enfoques de este en la era de las iniciativas corporativas multinacionales, el auge de las políticas públicas en relación con las ciencias sociales y su papel en la definición de temáticas, abordajes teóricos y metodológicos, la creciente instrumentalización de las ciencias sociales y la perdida de vigencia de la criticidad como motivo.

Con base a lo planteado, la perspectiva transcompleja CTSI ha de servir para tomar conciencia histórica y colectiva de los retos de la tecnociencia y desde ahí proyectar la educación y la actividad investigativa en el futuro. En una visión más contemporánea se plantea recuperar los fines sociales del debate de ciencia y tecnología. Se propugna un enfoque transcomplejo que rescate el sentido político en las decisiones de la tecnociencia que haga más humanos y sostenibles los esfuerzos.

Así como un nuevo equilibrio entre el Estado, el sector privado, la sociedad civil y la academia; siendo el impulso de estos estudios: la exclusión social, los desafíos ambientales, así como los impactos para la vida de los nuevos avances científicos y tecnológicos que cada día se producen.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Acevedo, J y col (2002). **El Movimiento Ciencia Tecnología-Sociedad y la Enseñanza de la Ciencia.**

Agazzi, E.(1996). **El bien, el mal y la ciencia**. Madrid:Tecnos, S.A.

Aibas, E y Quintanilla, M. (2002). **Cultura Tecnològica: Estudios Ciencia, Teconlogìa y Sociedad.** ICE Universitat Baecelona. España: Horsori.

Aibas, E. (1996). **La vida social de las maquinas: orígenes, desarrollo y perspectivas actuales en la sociología de la tecnologìa**. Reis 76(96), 141-170.

Aikenhead, 6 (2005). Educación - Ciencia – Tecnología- Sociedad (CTS): Una buena idea como quiera que se llame. **Educación Química** 16(2). Rontiedgefalmer.

Arellano, A y col.(2014).**El Estudio Social de la Ciencia y la Tecnologìa en Amèrica Latina: Miradas, Logros y Desafios.** Mèxico: Siglo XXI.

Arellano, A. (2007). **Por una reflecividad sin privilegios en los estudios de la ciencia y la tecnología latinoamèricanma**. Redes, 13(26), 85-97. Disponiible: http://ridea.unq.edu.or/...

Barnes, B (1987). **Sobre Ciencia**. Barcelona: Labor.

Basalla, G.(1991). **La evolución tecnológica**. Mèxico, D.F: Crìtica

Bijker, W y col (1987). **The social construcción of technological systems**. Cambridge: MIT Press

Bijker, W. (1995). Of Bicycles, Bakelites and Bulbs. **Toward a Theory of Sociotechnical Cange**. Cambridge: The Mit Press

Bloor, D (1976, 1992, 1998). **Conocimiento e Imaginario Social**. Barcelona: Gedisa

Bloor, D. (1982). **Sociologie de la logique ou le limites de l'epistèmologie.** Paris: Pandore

Bourdieu, P. (2001). **Science de la science et reflexivitè**. Paris: Raisod d`agir.

Callon, M y Law, J (1982). **De los Intereses y su Transformación, Enrolamiento y Contraenrolamiento.**

Carson, R (1980). **La Primavera Silenciosa**. Barcelona: Grijalbo.

Collins, F. (2011). **Harris Collins and the empirical programme of relativism**. Science Studies as Naturalized Philosophy 83-108 Nueva York: Springer

Collins, H y col (1996). **El gólen: lo que todos debemos saber acerca de la ciencia**. Barcelona: Critica.

Collins, H. (1985). **Changing Order.Replication and Induction in Scientific Practice**. University of Chicago Press.

Collins, H.(1981). Knowledge and Controversy:Studies of Modern Natural Science. **Social Studies of Science** 11.

Constitución Nacional de la República Bolivariana de Venezuela (2000). Gaceta Oficial Extraordinaria N° 5453. Caracas

Consulta (octubre 28 de 2009).

Cordero, C (2011). La Education CTS. Un Programa de Trabajo en el Nuevo Milenio. **Ciencia, Tecnología y Sociedad en la Universidad de Hoy**. Proyecto Bilateral de la Investigacion. UMET Ecuador- UCF Cuba.

Cordero, C (2011). La Education CTS. Un Programa de Trabajo en el Nuevo Milenio. Ciencia, Tecnología y Sociedad en la Universidad de Hoy. **Proyecto Bilateral de la Investigación**. UMET Ecuador- UCF Cuba.

Cutcliffe, S (1996). National Association for Science, Technology and Society .In R.E.Yager (Ed).**Sciencie, Technology/ Society as Reform in Science Education**.Albany, NY: Suny Press, pp291-305.

Decreto con Rango, Valor y Fuerza de Ley de Reforma de la Ley Orgánica de Ciencia, Tecnología e Innovación (LOCTI, 2014). **Gaceta Oficial 6.151 Extraordinario**. 18 de Noviembre

Deleuze, G. (2002). **Diferencia y Repeticion**. Buenos Aires: Amorrortu

Echeverria, J. (1999). **Los señores del aire:Teleopolis y el tercer entorno.** Barcelona: Destino.

Echeverría, J. (2003). **La Revolución Tecnocientifica**. Madrid, España: FCE

Echeverria, R. (1996). **Ontologia del Lenguaje**. Chile: J.C,Sàez

Faurez, G. (1997). Scientific and TechnologicalLiteracy. **Social Studies of Science,** 27 pp 903-936.Fensham, P (1992). Science and Technology.

Fenshan, P (1992). **Science, Technology and Society: Ismer for Science Teachers**. Studies in Sciece Education, 9, 33-46.

Fernandez Zubiera, A. (2009). **El Constructivismo Social en la Ciencia y la Tecnologìa: Las Consecuencias no previstas de la Ambivalencia Epistemològica**. ARBOR Ciencia, Pensamiento y Cultura CLXXXV738, 689-703.

Fierro, C. (2016**). Politicas psicoanalíticas: Controversias en la historiografía del movimiento psicoanlìtico desde la sociología del conocimiento y los estudios sociales de la ciencia**. PSIENCIA Revista Latinoamèricana de Ciencia Psicologica 8.

Firth, A. (2010). **Etnometodologìa**. Trad. Teresa Cadavid. Discurso & Sociedad 4(3), 597-614. Disponible:www.dissoc.org

Flores, S y Tonantzin, C (2006). La Práctica Reflexiva. **Congreso Estadal de Investigación Educativa Actualidad, Prospectivas y Retos.** México. Disponible portalsej.jalisco.gob.mx/sites/…

Fourez, G. (1997). **Alfabetizaciòn Cientifica y Tecnologica. Acerca de las Finalidades de la Enseñanza de las Ciencias**. Buenos Aires: Colihue

Freites, Y (2011). **Logros en Ciencia, Tecnología en Venezuela en 2010 de acuerdo a la AVN**. Ciencia, Política y Sociedad. Disponible Home/Blog Aso VAC.

Fuck, M, Korbes, E e Invernizzi, N. (2012). Politica de nanotecnología en Brasil: a 10 años de las primeras redes. **Perspectivas sobre el desarrollo de las Nanotecnologìas en Amèrica Latina.** Mèxico: Porrùa

Garcia, E. y col. (2001).**Ciencia, tecnologìa y sociedad: Una aproximaciòn conceptual**. Madrid: OEI

Garfinkel, H.(1982). **A Manual for the Study of Naturally Organized Ordinary Activities**. London: Routledge & Kegan Paul

Gaskell, J (1982). Science, Technology and Society:Issmer for Science. Teachers. **Studies in Science Education** 9 pp 33 – 46.

Gierbolini, D (2008). **Pensando la transdisciplinariedad y la educación universitaria.** Puerto Rico: Universidad de Puerto Rico. Disponible: repositorio.upr.edu.8080/jspui/bitstream/10586% 20/133/1/transdis.doc

Giles, E. (2012). **Un estudio alerta sobre la toxicidad de los transgénicos relanza el debate.** Noticias24.com.Disponible en ctsvenezuela.blogspot.com/…

González, M y López, J (1996). **Ciencia, tecnología y Sociedad: Una Introducción al estudio social de la ciencia y la Tecnología.** España: Tecnos.

González, M. (2008).**Polìticas de innovación y servicios a empresas intrnsivas en conocimiento: una aproximaciòn general**. CTS Revista Iberoamèricac de Ciencia, Tecnologìa y Sociedad 10(4). Buenos Aires: Centro REDES

Gonzàlez, T y Sanchez, J. (1988). **Sociologia del conopcimiento científico.** REIS 43, 75-124

Heredia, J. (2011). **Ontologìa y epistemologia sociológica: el caso Deleuze-Latour**. IX Jornadas de Sociologìa. Argentina : Universidad de Buenos Aires. Disponible: http://www.aacademica.org/...

Hottois, G.(1991). **El Paradigma Bioètico**. Barcelona: Anthropos

Kreimer, P.(2017). **Un amor no correspondido CTS y las Ciencias Sociales**. Dans Rewuedj antropologie des connaissance 2(11), LXXXIII-CV.

Kuhn, T (1962). **La estructura de las revoluciones científicas**. Chicago: Enciclopedia Internacional de las Ciencias

Lamo de Espinoza, E.(1994). **El relativismo en la sociología del conocimiento.** Polìtica y Sociedad 14 (15), 21-33. Madrid

Lanz, R. (2001). **Organizaciones Transcomplejas**. Caracas: CIPOST

Laredo, J.(2009). **¿Sujetos o Actantes? El Constructivismo de Latour y la Psicologìa Constructivista**. AIBR. Revista de Antropologìa Iberoamèricana 4(1),113-136.

Latour, B (1992). **Ciencia en acción**. Barcelona: Labor

Latour, B y Wolgar,S. (1979, 1995). **La vida en el laboratorio:la construcciòn de los hechos científicos.** Madrid: Alianza

Latour, B. (2017). **Cara a cara con el planeta. Una nueva mirada sobre el cambio climático alejada de las posiciones apolìpticas**. Buenos Aires: Siglo XXI Editores

Ley Orgánica de Educación (2009) N° 5929 de fecha 15 de agosto. Caracas.

Linares, J. (2007). **Controversias Tecnocientificas y Valoraciòn Social del Riesgo.** Anuario de Filosofìa, 1. Mèxico: UNAM. Disponible: www.journal.unam.mx/index.php/afil/article/view/31432

López Cerezo, J. (2003). **La Democratización de las Ciencias**. Temas de Ciencia, Tecnología, Cultura y Sociedad. Colecciòn Poliedro

López Cerezo, J.(1998). **Los Estudios de Ciencia, Tecnologìa y Sociedad**. Revista Iberoamèricana de Educaciòn 20. Disponible:www.rieoel.org/rie20a10.html

López, J y Lujan, L (2000). **Ciencia y Política del Riesgo.** Madrid: Alianza.

Luhmann, N.(2007). **La Sociedad de la Sociedad**. Mèxico: Herder

Lynch, M. (2000). **Against Reflexivity as an Academic Virtual and Sourcenof Privileged Knowlede**., Theory Culture ans Society, 17(3), 26-54.

Mancipas, (2006).

Mancipas, A (2006). Elementos para una didáctica de la transdisciplinariedad y pensamiento complejo. **Multidiversidad Mundo Real Edgar Morin**. México.

Martin, M y col (2009). **Educación. Ciencia, Tecnología y Sociedad.** Madrid, España: Centro de Alto Estudios Universitarios, OEI.

Martínez, F (2004). El Movimiento de Estudios Ciencia-Tecnología-Sociedad: Su origen y tradiciones fundamentales. **Scielo. Humanidades Medicas** 4 (1). Cuba.

Medina, M y Sanmarti,J.(1990). **Ciencia, Tecnología y Sociedad, Estudios Interdiciplinares en la Universidad, en la Educación y en la Gestiòn Pùblica**. Barcelona: Anthropos

Medina, M. (2000). **Ciencia, Tecnologìa y Sociedad en el Siglo XXI. Los Retos de la Tecnociencia y la Cultura de la CTS.** Disponible: http://ctcs.fsf.ubi.es/prometheus21/

Meneses, M (2007). La Reflexibilidad como herramienta de investigación cualitativa. **Nure Investigación 30.** Disponible www.fuden.es/Ficheros_Administrador/F_Metodologia/Formet-303072007121312.pdf.

Mitchan, C (1998). **¿Qué es la filosofía de la tecnología?**. Barcelona: Anthropos.

Molina, A. (2000). Ciencia, Tecnología y Sociedad: selección de textos de Quehacer Científico I. Santo Domingo: Editorial Búho

Najamanovich, D. (2005**). El Juego de los Vìnculos,Subjetividad y Figuras en Mutaciòn**. Colecciòn Sin Fronteras. Argentina: Bibles

National Research Counsil (1996). **National Sciense Educatión Standars.** Washington DC: National Academy Press.

Nuñez, J. (1999). **La ciencia y la tecnologìa como procesos sociales**. La Habana, Cuba: editorial Feliz Varela

OCDE.(1996).**La innovación tecnológica: definiciones y elementos de case. Redes**, 3(6), 131-175. Trad. Claudia Gilmen.Buenos Aires, Argentina: Universidad de Quilmes. Disponible en: http:/7www.redalyc.org/…

Oficina de la Planificación Sector Universitario (2013). Curso Avanzado de **Formación Docente Mediado por las Tecnologías de Información y la Comunicación Libre (CAFDMTICL).** Caracas: OPSU.

Osorio, C (2010). **Algunas orientaciones sobre la construcción de los estudios en ciencias tecnología y sociedad**. **CS** N° 6. Colombia: Universidad del Valle (pp 45-67).

Pacey, A.(1990). **La cultura de la tecnología**. México: FCE

Pinch, T y Bijker, W. (1984). **The Social Construction of Fact and Artefacts: Or Howthe Sociology of Science and the Sociology of Technology Might Benefit Each Other**. Social Studies of Scienece 14, 339-441.

Plan de Desarrollo Económico y Social de la Nación (2007). Venezuela: Gobierno Bolivariano.

Quintero, C (2010). Enfoque Ciencia, Tecnología y Sociedad (CTS): perspectivas educativas para Colombia. Zona Próxima. **Revista del Instituto de Estudios en Educación** 12. Cali: Universidad del Norte

Restrepo, O. (1996). **Polèmicas sobre Polémicas: La Sociología del Conocimiento Científico.** Revista Colombiana de Sociologìa. Nueva Serie III(1). Colombia: NUNC

Rodriguez, Y y col (2007). **La Educación Cientìfico-Tecnològica de Educadores Infantiles en la Universidad Pedagògica Nacional de Colombia.** Tabula Rasa 7. Disponible: www.scielo.org.co/pdf...

Romero, A. (2005). **Valoraciones acerca de la concepción tradicional y del enfoque CTS de la ciencia y la tecnología**. Disponible: www.ilustrados.com

Sagan, C. (1997). **El mundo y sus demonios**. Trad. Dolors Udina. nBarcelona, España: Ediciones B

Schavino, N y Villegas, C y col. (2010). **Investigaciòn Transcompleja: De la Disimplicidad a la Transdisciplinariedad.** Turmero, Venezuela :UBA

Schavino, N y Villegas, C y Otros (2010): **Investigación Transcompleja: De la Disimplicidad a la Transdisciplinariedad**. Venezuela: Universidad Bicentenaria de Aragua

Schavino, N y Villegas, C. (2006). **El Paradigma Integrador Transcomplejo**. Revista Ensayos de Inmvestigaciòn 1(1). Turmero, Venezuela: UBA-DIEP

Schavino, N. (2009). **Perspesctiva Transcompleja de la Investigaciòn**. Puerto Ordaz, Venezuela: UBA

Schumacher, E (1978). **Lo pequeño es hermoso**. Madrid: Hermann Blune

Serres, M.(1991). **El contrato natural**. Valencia: POre-Textos

Shapin, S (2000). **La revolución científica. Una interpretación alternativa**. Barcelona: Paidós

Silva, K. (2017**).¿ Filosofìa de la Ciencia o Estudio CTS?. Distintas perspectivas sobre un antiguo problema**. ARIEL 19 Filosofìa de la Ciencia y la Tecnologìa.

Thomas, H. (2010). **Los Estudios Sociales de la Tecnologìa en Amèrica Latina. Iconos.** Revista de Ciencias Sociales 37, 35-53. Quito: FLACSO

Vaccarezza, L.(1998). **Ciencia, Tecnologìa y Sociedad: El Estado de la Cuestiòn en Amèrica Latina.** Revista Iberoamèricana de Educaciòn18. Madrid: OEI

Venturini, T y Latour, B. (2010).**The social fabric: Digital traces and quali-quantitative methods**. Procedings of Future. Disponible: http://wwwmedialab.science-po.fr/publications/...

Vessuri, H. (2016). **La evolución en el campo de los estudios sociales de la ciencia y la tecnologìa en Venezuela: notas de memoria**. Espacio Abierto 25(3),241-250. Maracaibo, Venezuela: LUZ. Disponible: https://www.redalyc.org/pdf/...

Vessuri, H. (2017**).¿ Una transiciòn temática en los estudios CTS?.** Dans Revue di anthropologie des connaissances 2(11), XXXIII-XXXIX.

Vilches, A y Furio, C (1999). Ciencia, Tecnología, Sociedad: Implicaciones en la Educación Científica para el siglo XXI. **I Congreso Internacional Didáctica de la Ciencias y VI Taller Internacional sobre la Enseñanza de la Física.** Cuba: OEI

Villegas, C (2013). El Currículo y los Estudios CTS en las Universidades Venezolanas. **IX Reunión Nacional de Currículo y III Congreso Internacional Sobre Calidad e Innovación.** Caracas: UPEL.

Villegas, C (2013). La Educacion y los Estudios de Ciencia, Tecnologia, Sociedad (CTS) en el Marco de la Transcomplejidad. **Transperspectivas Epistemológicas Educación, Ciencia y Tecnológica.** San Joaquín de Turmero, Venezuela: REDIT.

Villegas, C (2013). La perspectiva CTS en los Estudios de Postgrado en Educación. Un caso de Estudio. **II Encuentro Venezolano de Ciencias, Tecnología e Innovación.** Caracas: LOCII – PEII.

Villegas, C y col (2012). **Dialogo Transcomplejo**. Venezuela: UBA.

Villegas, C. (2009). **Una aproximación a la concepción de investigación transcompleja**. Disponible en: http:// crisalidavillegas.blogspot.com/2009.

Villegas, C. (2018). Ciencias Duras y Transdisciplinariedad. Dialògod Transcomplejo 3(3). Turmero, Venezuela: FE-UBA

Woolgar, S (1991). **Ciencia: abriendo la caja negra**. Barcelona. Anthopos.

Zaá, J. (2015). **Tendencias ontoepistemològicas del pensamiento cientìfico contemporáneo. Hacia la construcciòn de paisajes cognitivos transcomplejos**. Turmero, Venezuela: FE-UBA

Ziman, J (1980). **La Fuerza del Conocimiento. La Dimensión Científica de la Sociedad.** Madrid: Alianza

La educación CTSI debe incorporar los aportes de las tecnologías inalámbricas y virtuales porque entre otras ventajas las redes telemáticas ofrecen la oportunidad de poder trabajar con una gran variedad de personas a veces lejanas a nivel espacio-temporal.

Dra. Crisálida Villegas G. (2019)



ISBN: 978-980-18-0526-7